

블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구

A Study on the Establishment of Food Cold Chain System
Based on Blockchain Technology

조지성 • 이성우 • 이연경 • 신수용 • 김엄지 • 이지원

2020. 12.



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자 |

조지성, 이성우, 이연경, 신수용, 김엄지, 이지원

연구진 |

연구책임자 조지성 한국해양수산개발원 항만연구본부 전문연구원
공동연구원 이성우 한국해양수산개발원 종합정책연구본부 연구위원
공동연구원 이연경 한국해양수산개발원 항만연구본부 연구위원
공동연구원 신수용 한국해양수산개발원 종합정책연구본부 부연구위원
공동연구원 김엄지 한국해양수산개발원 종합정책연구본부 연구원
공동연구원 이지원 한국해양수산개발원 종합정책연구본부 연구원

연구기간 |

2020. 1. 1. ~ 2020. 10. 31.

보고서 집필내역 |

연구책임자 |

조지성 연구총괄, 제1장, 제3장 제2절, 제4장 제2절 일부, 제3절, 제5장, 제6장 제1절, 제2절 일부

내부연구진 |

이연경 제4장 제1절, 제3절, 제6장 제2절 일부
신수용 제4장 제2절 일부, 제6장 제2절 일부
김엄지 제2장
이지원 제3장 제1절
이성우 제6장 제2절 일부

산·학·연·정 연구자문위원 |

한주현 SPC 팀장
양영태 삼성 SDS 프로
김세원 세종대학교 부교수
Jayson Lusk Purdue University 교수
최윤상 한국식품연구원 박사

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

코로나 19로 인해 신선식품, 의약품 등에 대한 콜드체인 관리의 중요성이 증가하고 있다. 체계적인 콜드체인관리는 관련기업에게는 비즈니스 연속성을, 소비자에게는 안전한 소비를 보장한다. 이에 글로벌 주요 기업은 4차 산업혁명 기술을 활용하여 콜드체인을 가시화·고도화하기 위한 기술을 적극적으로 개발 및 운영 중이다. 본 연구 또한 블록체인 기술을 활용하여 식품 공급망 모니터링의 신뢰도를 제고하고 콜드체인 체계를 시스템화 하는 방안을 제안함으로써 우리나라 관련 산업 발전에 이바지하고자 한다.

글로벌 콜드체인 시장규모는 지속적으로 성장할 것으로 예상되며 2025년에는 약 3,800억 달러 규모로 2014년 약 920억 달러 대비 300% 이상 증가하였다. 콜드체인 시장이 확대됨에 따라 신선화물의 국가 간 교역량 또한 증가하고 있으며, 이 중 해상으로 운송되는 화물은 전체 교역량의 약 86% 수준이다. 즉 진정한 의미의 수출입 신선화물 콜드체인관리를 위해서는 해상운송구간(선박)과 항만에서의 리퍼 컨테이너 관리 및 관련 정보의 공유가 원활하게 이루어져야 할 것이다. 일부 글로벌 선사들이 유료로 화주, 포워더에게 해상운송구간에서의 리퍼 컨테이너 정보를 제공하는 서비스를 운영하고 있으나, 대부분은 해상운송구간의 온도·습도 정보가 참여주체 간에 원활히 공유되고 있지 않으며

리퍼 컨테이너의 관리도 수동으로 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 해상운송구간 및 항만에서의 식품콜드체인 관리현황을 살펴보고 이를 콜드체인 시스템에 포함시킴으로써 생산지부터 최종소비지까지의 완전한 의미의 콜드체인 관리를 가능하게 하고자 한다.

본 연구보고서는 우리 원의 조지성 전문연구원, 이성우 선임연구원, 이연경 연구위원, 신수용 부연구위원, 김엄지 연구원, 이지원 연구원이 공동 집필하였다. 착수부터 최종보고에 이르기까지 본 연구의 자문을 해 주신 SPC 한주현 차장, 삼성 SDS 양영태 프로, 세종대학교 김세원 부교수, Purdue University Jayson Lusk 교수, 한국식품연구원 최윤상 박사, KMI 김형근 박사께 깊은 사의를 표하고 싶다.

2020년 12월
한국해양수산개발원
원장 장 영 태

목차

요 약	i
-----	---

Executive Summary	ix
-------------------	----

제 1장 서 론	1
----------	---

제1절 연구배경 및 필요성	1
제2절 연구목적 및 주요 내용	6
제3절 선행연구 검토 및 차별성	8
제4절 연구수행 방법론	14

제 2장 식품콜드체인 운영현황 및 블록체인 기술과의 연계	19
---------------------------------	----

제1절 식품콜드체인 정의 및 국내 운영현황	19
1. 식품콜드체인 정의	19
2. 국내 식품콜드체인 관련 제도 및 이슈	25
3. 문제점 및 시사점	36
제2절 블록체인 기술 정의 및 특징	40
1. 블록체인 기술 정의	40
2. 블록체인 기술 특징	43
제3절 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 도입	47
1. 필요성	47
2. 국내외 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 적용사례	51

제 3장 식품콜드체인 체계 구축을 위한 품목 분석 및 도출	55
----------------------------------	----

제1절 대상 품목 선정기준 및 방법	56
1. 대상 품목 선정기준	56
2. 대상 품목 선정방법-빅데이터 분석	59
제2절 빅데이터 분석을 통한 대상 품목 도출	72

제 4장	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축	79
제1절	이론적 배경	79
제2절	쇠고기콜드체인 구조 및 정보수집 현황	85
1.	쇠고기콜드체인 구조 및 운영현황	85
2.	쇠고기콜드체인 관련 정보 수집현황	90
제3절	블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 체계 구축	108
1.	비즈니스 레이어 구축	108
2.	IoT/블록체인 레이어 구축	110
3.	서비스 레이어 구축	117
4.	종합	120
제 5장	기대효과 추정	127
제1절	최종 소비자의 기대효과	127
1.	소비자 설문조사 설계	128
2.	계량 모델	131
3.	분석 결과	133
제2절	서비스 참여자의 기대효과	138
1.	시뮬레이션 기반 분석모델 정의	138
2.	시뮬레이션 실험분석 결과	146
제 6장	결론 및 정책제언	151
제1절	결론	151
제2절	정책제언	154
1.	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축	157
2.	식품콜드체인 관리기준(가이드라인) 마련	166
3.	식품콜드체인 체계 상용화·고도화	171
참고문헌		179
부 록		191

표목차

〈표 1-1〉 글로벌 콜드체인시장규모	2
〈표 1-2〉 선행연구 검토 및 차별성	11
〈표 2-1〉 콜드체인 정의	22
〈표 2-2〉 이력추적관리 등록사항	27
〈표 2-3〉 품목별 이력추적제도 비교(예시)	39
〈표 2-4〉 블록체인의 유형	44
〈표 2-5〉 국내외 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 적용사례	52
〈표 3-1〉 소비자물가지수 지출목적별 대표품목 개수	63
〈표 3-2〉 분석 목적별 데이터 수집	64
〈표 3-3〉 데이터 유형 및 접근방식	65
〈표 3-4〉 데이터 종류 및 주요 특징	67
〈표 3-5〉 키워드 빈도수 분석 결과	72
〈표 4-1〉 내수용 쇠고기 유통단계 유형	86
〈표 4-2〉 쇠고기 이력정보 공개	92
〈표 4-3〉 쇠고기콜드체인 단계별 품질 및 위생 관리 관련 법	98
〈표 4-4〉 미국 축산물 콜드체인 가이드라인 요약	100
〈표 4-5〉 리퍼 컨테이너 모니터링 기술 발전도	105
〈표 4-6〉 해상운송 중 리퍼 컨테이너 모니터링 정보 예시	106
〈표 5-1〉 키워드 빈도수 분석 결과	129
〈표 5-2〉 응답자 특성 요약	134
〈표 5-3〉 국가별 MNL 모델 분석 결과 요약	136
〈표 5-4〉 국가별 지불의사금액(WTP) 추정결과	138
〈표 5-5〉 Food Trust 기대효과 항목	139
〈표 5-6〉 수입 시뮬레이션 모델 문제 정의	141
〈표 5-7〉 수입 시뮬레이션 이슈 및 입출력 변수 정의	142
〈표 5-8〉 수출 시뮬레이션 모델 문제 정의	144
〈표 5-9〉 수출 시뮬레이션 이슈 및 입출력 변수 정의	145
〈표 5-10〉 시나리오 분석 결과(수입모델)	147
〈표 5-11〉 리콜추적기간 민감도 분석 결과(수입모델)	148
〈표 5-12〉 시나리오 분석 결과(수출모델)	149

〈표 5-13〉 리콜추적기간 민감도 분석 결과(수출모델)	150
〈표 6-1〉 연구의 한계점 및 향후 연구방향 요약	154
〈표 6-2〉 정책제언 요약	155
〈표 6-3〉 세부 정책제언별 로드맵(①,②,③,④)	159
〈표 6-4〉 직접 수집된 데이터 활용을 위한 법 개선(안)	164
〈표 6-5〉 세부 정책제언별 로드맵(⑤,⑥)	168
〈표 6-6〉 콜드체인 단계별 세부 가이드라인 마련을 위한 법적 근거 마련	170
〈표 6-7〉 주요 선진국의 식품폐기량 감소정책	173
〈표 6-8〉 세부 정책제언별 로드맵(⑦)	174

그림 목차

〈그림 1-1〉 국가별 식품 소비패턴 유지 시 2050년까지 예상되는 지구(earth) 개수	4
〈그림 1-2〉 선행연구와의 차별성	14
〈그림 1-3〉 세부 연구 내용 및 방법론	17
〈그림 1-4〉 연구 흐름도 종합	18
〈그림 2-1〉 콜드체인 범위 변화	20
〈그림 2-2〉 콜드체인 개념 정의	24
〈그림 2-3〉 우수관리인증 농산물	26
〈그림 2-4〉 농산물 이력추적관리 등록표시	27
〈그림 2-5〉 축산물 이력추적관리 등록표시	29
〈그림 2-6〉 수산물 품질인증	29
〈그림 2-7〉 수산물 품질인증 신청서 및 기준	30
〈그림 2-8〉 수산물 HACCP 적용 절차	31
〈그림 2-9〉 수산물 이력추적관리 등록표시	33
〈그림 2-10〉 축산물 안전관리통합인증 등록표시	35
〈그림 2-11〉 컴퓨터 시스템 종류	41
〈그림 2-12〉 블록체인 개념	42
〈그림 2-13〉 블록체인의 진화 과정	43
〈그림 2-14〉 국내 식품콜드체인 이슈 및 블록체인 기술의 도입 필요성	48
〈그림 3-1〉 연구대상 품목 선정 요건 및 선정	58
〈그림 3-2〉 데이터 수집시스템(TORNADO) 개요	65
〈그림 3-3〉 데이터 수집시스템(TORNADO) 구성 및 주요 기능	66
〈그림 3-4〉 트렌드 분석 예시(키워드: 커피)	69
〈그림 3-5〉 키워드 비교 분석 예시(키워드: 쇠고기, 돼지고기)	70
〈그림 3-6〉 감성 분석 예시(키워드: 초콜릿)	71
〈그림 3-7〉 연구대상 품목 선정 결과	74
〈그림 3-8〉 트렌드 분석	75
〈그림 3-9〉 키워드 비교 분석	76
〈그림 3-10〉 감성 분석	77
〈그림 4-1〉 공급망 내 달걀 품질관리를 위한 블록체인 기술기반 콜드체인	80
〈그림 4-2〉 중국 소규모 농가를 위한 블록체인 기술기반 콜드체인	81

〈그림 4-3〉 식품안전성 및 품질 보증을 위한 블록체인기반 콜드체인	82
〈그림 4-4〉 블록체인 기술기반 농식품 공급사슬 체계	83
〈그림 4-5〉 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 프레임워크	84
〈그림 4-6〉 내수용 쇠고기콜드체인구조	86
〈그림 4-7〉 수출용 쇠고기콜드체인구조	89
〈그림 4-8〉 수입용 쇠고기콜드체인구조	90
〈그림 4-9〉 홈페이지(상) 및 앱(하)에서의 쇠고기 이력정보 확인	93
〈그림 4-10〉 일본 수출용 쇠고기 이력추적제도	94
〈그림 4-11〉 쇠고기 원산지 표시제도 (예)	97
〈그림 4-12〉 수출 프로세스	102
〈그림 4-13〉 수입 프로세스	102
〈그림 4-14〉 RKN 컨테이너 및 RKN 전용 드라이 아이스	104
〈그림 4-15〉 항만에서의 리퍼 컨테이너 정보 모니터링	107
〈그림 4-16〉 쇠고기의 비즈니스 레이어(Business Layer)	109
〈그림 4-17〉 쇠고기의 IoT 추적 레이어(IoT traceability layer)	111
〈그림 4-18〉 해상운송 중 냉장컨테이너 모니터링을 위한 네트워크 구축도	114
〈그림 4-19〉 쇠고기의 블록체인 레이어(blockchain layer)	115
〈그림 4-20〉 EDI 방식과 블록체인을 혼합한 하이브리드 형태의 플랫폼	116
〈그림 4-21〉 쇠고기의 어플리케이션 레이어(application layer)	117
〈그림 4-22〉 한우 수출품에 대한 소비자 유통이력 예시	118
〈그림 4-23〉 해상운송구간 온-습도 정보 모니터링 화면 예시	120
〈그림 4-24〉 블록체인 기반 쇠고기콜드체인 체계 구축(안)	123
〈그림 4-25〉 쇠고기의 IoT 추적 레이어 이중화 예시	125
〈그림 5-1〉 설문조사 예시	130
〈그림 5-2〉 수입 쇠고기에 대한 시뮬레이션 모델 예시	143
〈그림 5-3〉 수출 쇠고기에 대한 시뮬레이션 모델 예시	146
〈그림 6-1〉 세부 정책제언별 수행시기 및 관계도	156
〈그림 6-2〉 범부처 간 협력	160
〈그림 6-3〉 U.S. Food Loss & Waste Champions 프로그램 추진 구성도	161
〈그림 6-4〉 식품환경개선 위원회 조직도	162
〈그림 6-5〉 연계 플랫폼을 통한 수익 창출 방안	175
〈그림 6-6〉 NxtPort 조직 구조	176
〈그림 6-7〉 블록체인 기술 기반 식품콜드체인 플랫폼 거버넌스 구조	177

약어 목록

CAREC (중앙아시아경제협력체): Central Asia Regional Economic Cooperation

CCA (쿨체인협회): Cool Chain Association

ECSLA (유럽냉장물류협회): European Cold Storage and Logistics Association

GAP (농산물우수관리): Good Agricultural Practices

HACCP (안전관리인증기준): Hazard Analysis and Critical Control Points

RCM (원격컨테이너관리): Remote Container Management

VSAT (소형 위성통신기지국): Very Small Aperture Terminal

WTP (지불의사금액): Willingness To Pay

MNL(다항로짓모형): Multinomial Logit

USDA- FSIS (미국 식품안전검역청): United States Department of Agriculture-
Food Safety and Inspection Service

요약

블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구

1. 연구의 목적

- ▶ 본 연구에서는 글로벌 식품콜드체인시장 트렌드 및 국내정책수요에 부합하는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계를 구축하고자 함
- ▶ 해상운송, 항만을 포함한 진정한 의미의 수출입 식품콜드체인 체계구축을 통해 우리나라 물류부문 디지털 경쟁력을 확보하고자 함
 - 특히 우리나라는 신선식품 교역량의 99%가 해상으로 운송되고 있으므로 진정한 의미의 콜드체인 체계 구축을 위해서는 항만, 해상운송구간을 포함해야 함
- ▶ 또한 체계적인 식품콜드체인 관리를 통해 탄소중립사회 구현이 가능할 것으로 기대됨
 - 노르웨이 비영리단체 EAT에 따르면 식품의 생산, 가공, 유통과정에서 발생하는 폐기물로 인한 탄소배출량이 전 세계 탄소배출량의 약 24%로 심각한 수준임

- 본 연구에서 제안하는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계를 바탕으로 한 식품콜드체인관리는 식품 폐기물로 인한 탄소배출량을 저감 시킴으로써 저탄소 경제로의 전환에 기여할 것임

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구의 방법

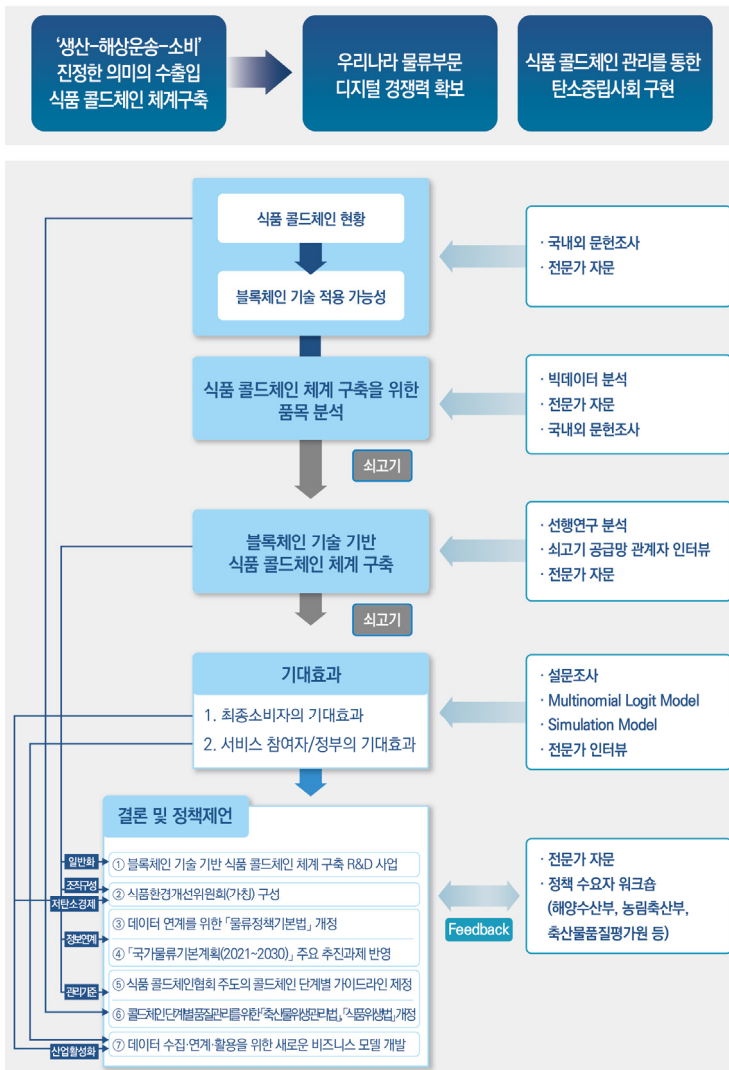
- ▶ 본 연구에서는 우선적으로 국내 식품콜드체인 현황 및 블록체인 기술 적용가능성을 국내외 문헌조사 및 전문가 자문을 통해 살펴봄
- ▶ 식품은 공급망 구조, 콜드체인 관리기준 등이 품목별로 상이하므로 빅데이터 분석을 통해 대상 품목을 선정하고 해당 품목에 대한 콜드체인 체계를 구축함
- ▶ 선정된 품목에 대한 블록체인 기술기반 콜드체인 체계 구축을 위해 선행연구 분석, 관계자 인터뷰, 전문가 자문 등의 방법을 활용함
- ▶ 본 연구에서 제안하는 체계에 대한 최종소비자, 공급망 관련주체, 국가 차원의 기대효과를 정량적으로 제시하기 위해 설문조사, 시뮬레이션모델(Simulation Model)분석을 수행함

2) 연구의 특징

- ▶ 본 연구는 식품 품목별 특수성을 고려하여 특정 품목에 대한 파일럿 시스템을 제안함으로써 연구의 실현가능성, 응용가능성을 향상시킴
- ▶ 또한 항만, 해상운송구간에서의 정보연계 방안에 대해 구체적으로 제시함으로써 진정한 의미의 식품콜드체인 체계 수립이 가능함

- ▶ 다양한 방법론을 활용하여 본 연구에서 제안한 식품콜드체인 체계에 대한 정량적 기대효과를 참여주체별로 제안함으로써 체계 도입의 필요성을 보다 객관적으로 제시함

〈요약 그림 1〉 연구 흐름도



3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 식품은 품목별로 적정 관리구조, 온도·습도·에틸렌민감도 등이 상이하므로 하나의 일반화된 체계를 제시하는 것보다 한 가지 품목을 선정하여 심층적·실증적으로 분석하는 것이 체계의 실효성을 제고시키는 방안임
- ▶ 본 연구에서는 소비자물가지수 대표 품목 125가지를 대상으로 빅데이터 분석을 수행했으며, 최종적으로 쇠고기가 선정됨
 - 연구 대상 품목 선정요건은 ① 우리 정부의 정책적 니즈, ② 국민적 관심도, ③ 해외연구 수요 및 소비자 관심도 등임
- ▶ 블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 체계는 ① 비즈니스 레이어(Business layer), ② IoT 추적레이어(IoT traceability layer) 및 블록체인 레이어(Blockchain layer), ③ 서비스 레이어(Service layer) 등 총 3개의 레이어로 구성됨
- ▶ 국내 쇠고기의 공급망 구조를 바탕으로 비즈니스 레이어(노드 및 노드별 참여 주체)를 정의함
- ▶ IoT/블록체인 레이어는 비즈니스 레이어의 각 노드 및 참여 주체를 바탕으로 ① 블록체인 플랫폼에 연동시킬 정보 및 ② 각 정보의 수집 방법을 결정하고, 참여자 간 협의를 통해 블록체인 프로토콜 표준을 설정 후 플랫폼을 구현하는 단계임
- ▶ 해상운송구간 및 항만에서의 리퍼 컨테이너 온습도 정보 모니터링관리를 위해 실시간 IoT 디바이스 부착을 제안함
 - 항만, 내륙운송구간에서는 이동통신망을 이용하여 정보를 송수신하고, 해상운송 구간에서는 선박의 소형 위성통신기지국(VSAT, Very

- ▶ 본 연구에서 제안한 블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 체계의 기대 효과는 ① 최종 소비자 측면, ② 공급망 참여 주체 및 국가 측면으로 구분하여 추정함
 - 최종 소비자의 기대효과를 추정하기 위해 한국·미국·홍콩 쇠고기 소비자를 대상으로 설문조사를 실시하여 소비자 선호 및 지불의사금액을 추정함
 - 참여 주체 및 국가 측면에서의 기대효과 추정을 위해 쇠고기 수입, 수출 시뮬레이션 모델을 개발했으며 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량 및 이로 인한 경제적 손실 비용을 출력값으로 정의함
- ▶ 한국·미국·홍콩 소비자는 공통적으로 정보가 제공되는 쇠고기를 그렇지 않은 쇠고기보다 더 선호하나, 블록체인 플랫폼으로 관리되는 것을 선호하는 구체적인 정보에는 국가별 차이가 있음
 - 부정적인 정보가 제공되는 제품이라 할지라도 정보가 제공되지 않는 경우 대비 더 선호됨
 - 한국 소비자는 쇠고기의 원산지가 블록체인 플랫폼으로 관리될 때 그렇지 않은 경우 대비 더 선호하는 경향이 있는 반면 미국과 홍콩 소비자는 온도정보가 플랫폼상에 관리될 때 그렇지 않은 상품대비 지불의사금액이 높음
- ▶ 쇠고기 수입 및 수출 시뮬레이션 실험 결과, 기업이 본 연구에서 제안한 플랫폼에 참여한다면 연간 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량, 경제적 손실 비용의 저감 효과가 있을 것으로 기대됨
 - 플랫폼에 참여하는 기업의 연간 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수는 참여하지 않는 경우 대비 수입모델 78.4%, 수출모델 37.5% 저감 가능
 - 탄소배출량 및 이로 인한 경제적 손실 비용도 플랫폼에 참여할 경우, 수입모델 44.6%, 수출모델 36.5% 저감 효과가 있음

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

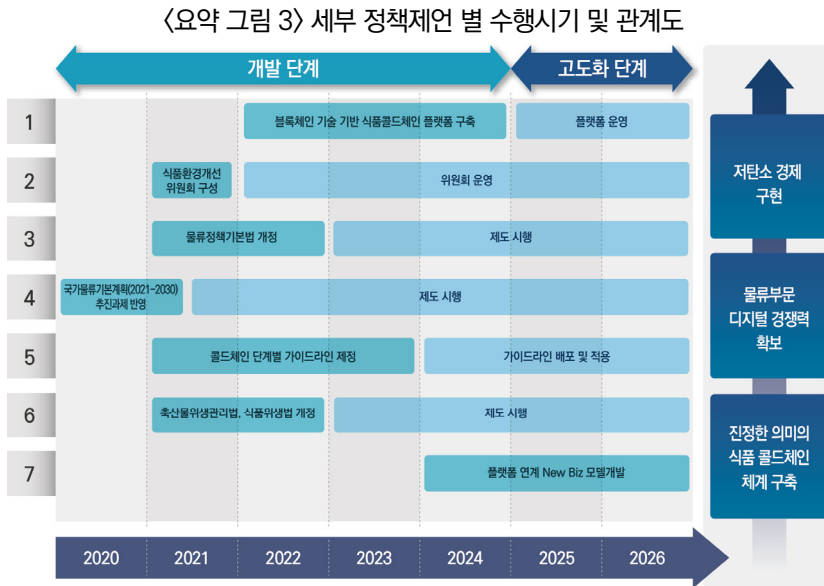
▶ 연구결과를 바탕으로(제2장·4장·5장) 진정한 의미의 식품콜드체인 체계구축, 물류부문 디지털 경쟁력 확보, 저탄소 경제 구현 등을 위한 구체적인 정책제언을 정책목표별로 다음 <표>와 같이 요약함

- 첫째, 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위해서는 ①블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 R&D사업, ②식품환경개선위원회(가칭) 구성, ③「물류정책기본법」 등 데이터 연계 관련 법 개정, ④「국가물류기본계획(2021~2030)」 주요 추진과제로 반영과 같은 세부 과제의 수행이 필요함
- 둘째, 식품콜드체인 관리기준 마련을 위해서는 ⑤식품콜드체인협회 주도의 단계별 가이드라인 제정, ⑥콜드체인 단계별 품질관리를 위한 「축산물위생관리법」, 「식품위생법」 개정 등이 필요함
- 셋째, 식품콜드체인 체계의 상용화 및 고도화를 달성하기 위해서는 관련기업의 플랫폼 참여를 독려하기 위한 ⑦데이터 수집·연계·활용을 위한 새로운 비즈니스 모델 개발이 필요함

<요약 표 1> 정책제언 요약

구분	정책 목표	세부 정책제언
1	•블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축	• ①블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 R&D사업 • ②식품환경개선위원회(가칭) 구성 • ③「물류정책기본법」 등 데이터 연계 관련 법 개정 • ④「국가물류기본계획(2021~2030)」 주요추진과제로 반영
2	•식품콜드체인 관리 기준(가이드라인) 마련	• ⑤식품콜드체인협회 주도의 단계별 가이드라인 제정 • ⑥콜드체인 단계별 품질관리를 위한 「축산물위생관리법」, 「식품위생법」 개정
3	•식품콜드체인 체계 상용화고도화	• ⑦데이터 수집·연계·활용을 위한 새로운 Biz 모델 개발

- ▶ 앞서 제안한 총 7가지 세부 정책제언별 수행시기 및 관계도는 다음 <요약 그림-3>과 같음



3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 항만 및 해상운송 구간을 포함한 진정한 의미의 식품콜드체인 체계 구축을 통해 급격히 성장하고 있는 콜드체인시장을 선점하고 디지털 경쟁력, 저탄소 경제 구현 등이 가능할 것으로 기대됨
- ▶ 또한 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계의 상용화·고도화를 통해 물류(콜드체인), 식품(농축수산), 기술(4차 산업혁명기술 등), 데이터 등 연관 산업의 동반 성장이 기대됨

A Study on the Establishment of Food Cold Chain System Based on Blockchain Technology

Ji-Sung Jo · Sung-Woo Lee · Eon-Kyung Lee
· Soo-Yong Shin · Um-Ji Kim · Ji-Won Lee

1. Purpose

- ▶ This study aims to establish a food cold chain system based on blockchain technology, capable of corresponding with the trends surrounding the global food cold chain market as well as policy demand in Korea.
- ▶ The establishment of a genuine meaning of a cold chain system for food imports and exports, which encompass marine transportation and ports, will secure the digital competitiveness of Korea's logistics industry.
 - Since 99% of trade in fresh food is transported by sea in South Korea, routes via ports and marine transportation should be included in the establishment of a genuine cold chain system.
- ▶ Furthermore, the systematic management of food cold chain systems will contribute to achieving a carbon neutral society.

- According to a Norway-based non-profit organization EAT, carbon emissions resulting from waste generated during the process of food production, processing and distribution account for approximately 24% of the total amount of global carbon emissions.
- The food cold chain management based on blockchain technology suggested by this study will further reduce carbon emissions generated from food waste, ultimately contributing to transitioning towards a low carbon economy.

2. Methodology and Feature

1) Methodology

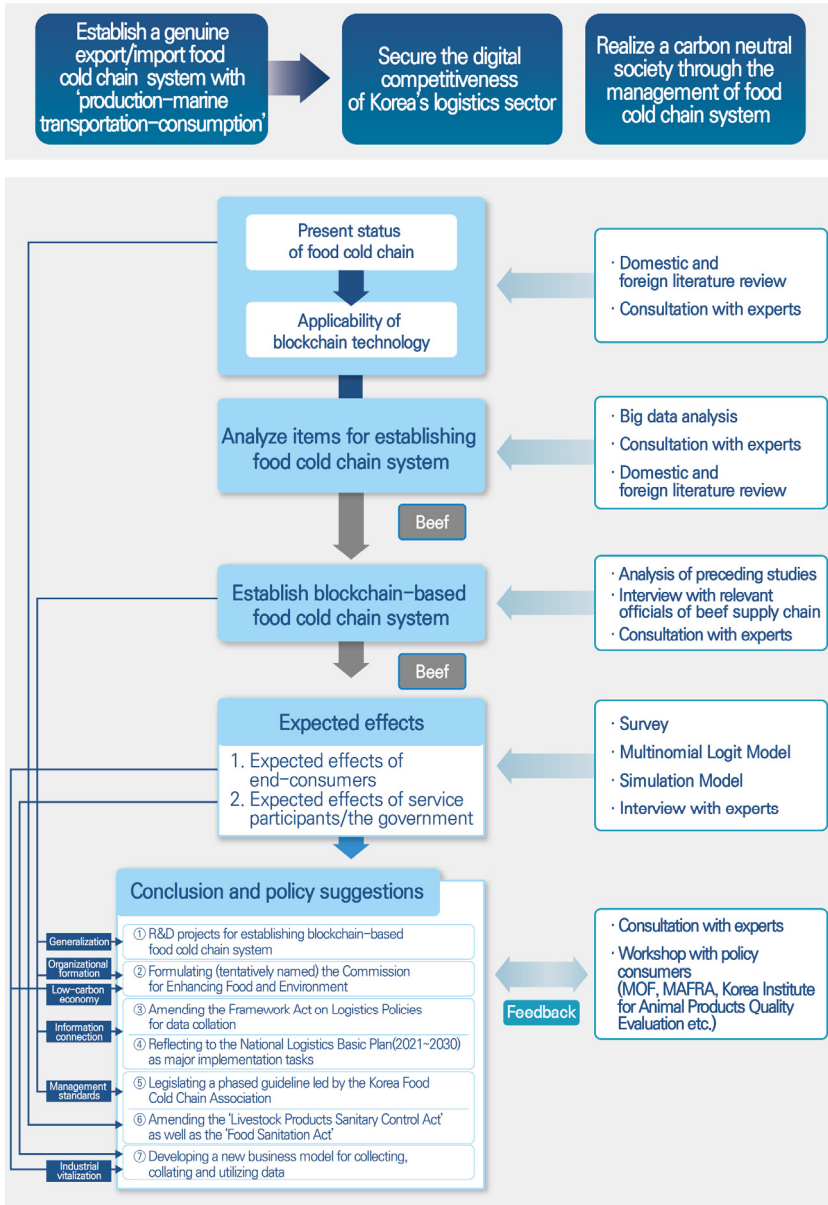
- ▶ This study utilized a review of domestic and foreign literature and consultation with experts to identify the present status of Korea's food cold chain system and the applicability of blockchain technology.
- ▶ Since the structure of supply chain and cold chain management standards vary per food item, this study carried out big data analysis to select a target item, thus establishing the cold chain system for the specific item.
- ▶ In addition, methods including analysis of preceding studies, interview with relevant officials and consultation with experts were utilized to establish a blockchain technology-based cold chain system for the selected item.

- ▶ This study conducted an analysis based on the multinomial logit model as well as the simulation model. The analysis intends to quantitatively present the expected effects of the system proposed by this study at the national level, end consumers as well as principal agents relevant to the supply chain.

2) Feature

- ▶ Given the distinct characteristics of each food item, this study proposes a pilot system for a specific food item, boosting the feasibility and applicability of research.
- ▶ This study further allows for the establishment of a genuine food cold chain system by suggesting specific strategies for connecting information in service routes via ports and marine transportation.
- ▶ A variety of methodologies utilized in this study were able to quantitatively present the expected effects of the food cold chain system proposed by this study for each participating subject, hence, objectively demonstrating the necessity for introducing the system.

〈summary Picture 1〉 Flow diagram of research process



3. Results

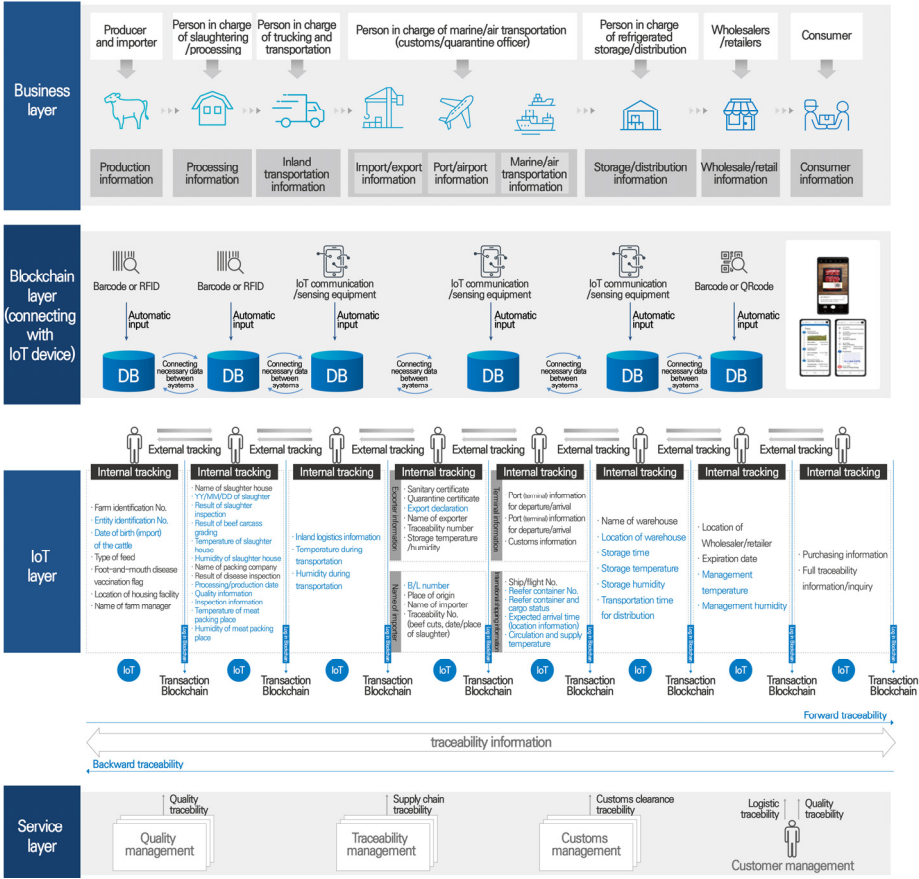
1) Summary

- ▶ Food has different optimal management structures which vary in terms of temperature, humidity and ethylene sensitivity per food item. Therefore, conducting an in-depth and empirical analysis after selecting one item is a more effective method to improve the effectiveness of the system rather than suggesting a generalized system.
- ▶ Targeting 125 items representing the Consumer Price Index, this study carried out big data analysis with the final selection being beef.
 - Criteria for selecting the research items included A. policy needs of the Korean government, B. public interest, C. demand of foreign studies and consumer interest etc.
- ▶ Blockchain technology-based cold chain systems for beef consist of 3 layers; ① the business layer, ② the IoT traceability layer and blockchain layer as well as ③ the service layer.
- ▶ This study defined the business layer (nodes and participation subjects per node) based on the structure of beef supply chain in Korea.
- ▶ The IoT/Blockchain layer acts as a stage for materializing a platform after deciding ① information to be connected to a blockchain platform and ② methods for collecting the information based on each node and participating subject of

the business layer. Following this process, the platform is then established after setting the standards for blockchain protocol through consultation with participants.

- ▶ This study also suggests installing real-time IoT devices for monitoring and managing temperature and humidity information of refrigerated containers in marine transportation routes as well as ports.
 - Information can be exchanged via mobile communication networks such as 3G in ports and inland transportation routes, while information regarding temperature and humidity can be provided in real-time utilizing very small aperture terminals within ships on marine transportation routes.
 - For inland and marine transportation routes which do not have communication base stations, data is collected and accumulated for certain periods of time and transmitted in batches when communication is available.
- ▶ The service layer acts as a phase for providing a number of services based on the blockchain platform, which includes food quality management, trace management, customs management and customer management via the Internet or mobile applications.

〈summary Picture 2〉 Establishment of beef cold chain system based on blockchain technology (Proposal)



- ▶ Expected effects of the blockchain-based cold chain system for beef suggested by this study are estimated from the following two perspectives: ① the end customers, and ② the participating subjects of supply chains as well as countries.
- In order to estimate expected effects to end customers, this study includes a survey targeting beef consumers in South Korea, the

US and Hong Kong, estimating consumer preference and WTP (willingness-to-pay).

- This study developed a simulation model for beef imports and exports to estimate the expected effects from the perspectives of participating subjects and countries. Here, the number of discarded containers in case of recall and carbon emissions and their resulting costs of economic loss were defined as output values.
- ▶ Consumers in South Korea, the US and Hong Kong commonly prefer beef where information is provided compared to beef with no information attached. However, specific information managed by blockchain platforms vary by country.
- Consumers prefer products with information, albeit negative information, than those without information.
- Korean consumers prefer when the country of origin of beef products are managed by blockchain platforms, while consumers in the US and Hong Kong exhibited a higher WTP for products whose temperature information was managed via the platform in comparison to those without such management.
- ▶ According to the results of simulation tests for beef imports and exports, if a company participates in the platform that this study proposed, it will have the impact of reducing the number of annual recalls, decreasing carbon emissions and a reduction in any resulting costs of economic loss.
- Companies participating in the platform are able to reduce the number of discarded containers in cases of recalls by 78.4% for

the import model and 37.5% for the export model per year when contrasted to non-participants.

- When participating in the platform, companies will be able to reduce carbon emissions and any resulting economic loss by 44.6% when it comes to the import model and by 36.5% for the export model.

2) Policy suggestions and relevant activities

- ▶ Based on the results (chapter 2, 4 and 5), this study summarized specific policy suggestions per policy goal as shown the table below. These specific suggestions aim to establish a genuine food cold chain system, secure the digital competitiveness of the logistics industry and realize a low carbon economy.
- First, the establishment of a blockchain technology-based food cold chain system requires specific tasks as follows: ① R&D projects for establishing a food cold chain system based on blockchain technology, ② formulating (tentatively named) the Commission for Enhancing Food and Environment, ③ amending laws relevant to data including the Framework Act on Logistics Policies, and ④ reflecting this study's proposal as major implementation tasks to the National Logistics Basic Plan (2021~2030).
- Second, the management standards for food cold chain system can be established by ⑤ legislating a phased guideline led by the Korea Food Cold Chain Association and ⑥ amending the 'Livestock Products Sanitary Control Act' as well as the 'Food Sanitation Act' for phased quality management of cold chain

system.

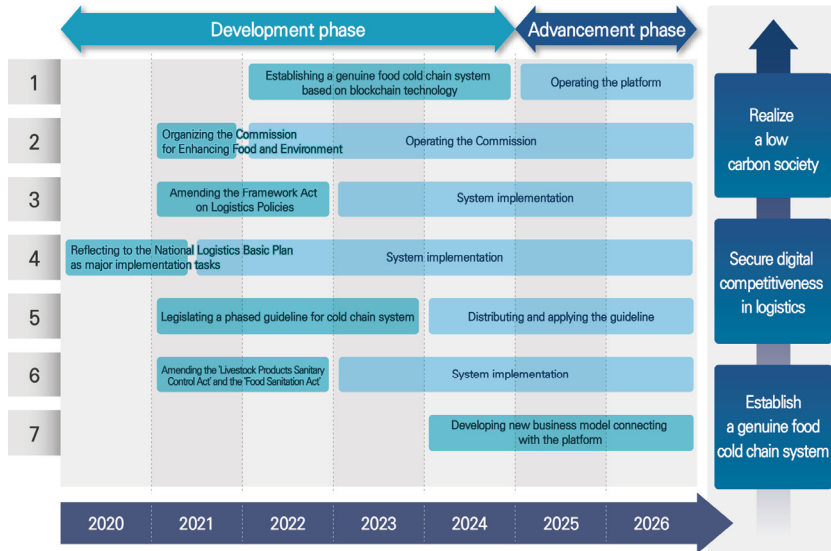
- Third, commercialization and advancement of food cold chain system can be achieved by encouraging relevant companies to participate in the platform. To do this, this study proposes measures including ⑦ tax benefits to companies that have reduced food waste and ⑧ development of a new business model for collecting, collating and utilizing data.

〈summary Table 1〉 Summary of policy suggestions

No.	Policy goal	Specific policy suggestion
1	Establish a food cold chain system based on blockchain technology	① R&D projects for establishing a food cold chain system based on blockchain technology ② Formulating (tentatively named) the Commission for Enhancing Food and Environment ③ Amending laws relevant to data including the Framework Act on Logistics Policies ④ Reflecting to the National Logistics Basic Plan (2021~2030) as major implementation tasks
2	Preparing the management standards (guideline) for food cold chain	⑤ Legislating a phased guideline led by the Korea Food Cold Chain Association ⑥ Amending the 'Livestock Products Sanitary Control Act' as well as the 'Food Sanitation Act' for phased quality management of cold chain system
3	Commercializing and advancing food cold chain system	⑦ Tax benefits to companies that have reduced food waste ⑧ Developing a new business model for collecting, collating and utilizing data

- ▶ As shown the 'picture summary - 3' below, implementation time and flow chart per 7 specific policy suggestions are as follows;

〈summary Picture 3〉 Implementation time and flow chart per specific policy suggestion



3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ Through the establishment of a genuine food cold chain system encompassing routes via ports and marine transportation, this study allows for securing favorable position in the cold chain market, obtaining digital competitiveness while contributing to the realization of a low carbon society.
- ▶ In addition, commercialization and advancement of the food cold chain system based on blockchain technology will drive shared growth with relevant industries including logistics (cold chain), food (agriculture and fisheries), technology (4th Industrial revolution technology etc.) and data.

제 1 장

서 론

제1절 연구배경 및 필요성

시장조사기관인 그랜드뷰리서치(Grand view research)에 따르면 글로벌 콜드체인시장 규모는 지속적으로 확대되고 있으며, 2025년에는 2014년 대비 314% 성장한 약 3,800억 달러 규모로 예상¹⁾된다. 콜드체인시장은 보관(Storage), 운송(Transportation), 모니터링(Monitoring components) 시장으로 구분되며 2020년 기준 각 시장이 차지하는 비중은 58.36%, 31.47%, 10.16%로 보관, 운송, 모니터링시장 순이다. 다만 2020-2025년 연평균 성장률(Compounded Annual Growth Rate, CAGR)의 경우, 모니터링 시장이 18.1%로 가장 높으며 이는 신선화물 추적(모니터링)에 대한 중요도가 증가하는 것으로 해석할 수 있다.²⁾

1) Grand view research(2019), p. 50.

2) 시장조사기관인 마켓앤드마켓(market and market), 테크나비오(tech navio), 그랜드뷰리서치(grand view research) 별 콜드체인시장 규모 예측값은 조금씩 상이함. 그러나 전반적으로 시장규

〈표 1-1〉 글로벌 콜드체인시장규모

단위: 10억 달러, %

연도	보관시장	운송시장	모니터링시장	콜드체인시장
2014	56.31 (61.03)*	28.29 (30.66)	7.67 (8.31)	92.27
2015	62.24 (60.64)	31.62 (30.81)	8.78 (8.55)	102.64
2016	69.19 (59.98)	35.70 (30.95)	10.48 (9.08)	115.36
2017	77.59 (59.56)	40.49 (31.08)	12.19 (9.36)	130.27
2018	87.56 (59.27)	46.11 (31.21)	14.06 (9.52)	147.73
2019	98.96 (58.76)	52.79 (31.35)	16.66 (9.89)	168.41
2020	112.53 (58.36)	60.69 (31.47)	19.60 (10.16)	192.82
2021	128.19 (57.92)	69.94 (31.60)	23.22 (10.49)	221.34
2022	145.77 (57.36)	80.61 (31.72)	27.76 (10.92)	254.14
2023	166.12 (56.95)	92.88 (31.84)	32.69 (11.21)	291.69
2024	188.82 (56.45)	106.91 (31.96)	38.78 (11.59)	334.51
2025	214.77 (56.13)	122.73 (32.08)	45.11 (11.79)	382.61
CAGR (2020-2025)	13.8	15.1	18.1	14.7

주: ()는 전체 콜드체인시장규모 중 각 세부시장(보관, 운송, 모니터링)이 차지하는 비중

자료: Grand view research(2019), p. 50 바탕으로 저자 재작성

신선화물의 모니터링 인프라(하드웨어, 소프트웨어) 산업에 대한 중요도가 증가함에 따라 식품분야에서도 IoT(the Internet of Things), AI(Artificial Intelligence), 블록체인(Blockchain) 등 4차산업혁명 기술을 활용하여 이력제도를 고도화·효율화하려는 움직임이 전 세계적으로 나타나고 있다. 미국 IBM은 식품 안정성 향상을 위해월마트(Walmart), 크로거(Kroger), 드리스콜(Driscoll's), 돌(Dole), 골든 스테이트 푸드(Golden State Foods), 맥코믹(McCormick), 맥레인(McLane), 네슬레(Nestle), 타이슨 푸드(Tyson Foods), 유니레버(Unilever) 등과

모가 증가한다는 데는 합의. 마켓앤마켓은 2017년 1,934억→2022년 2,713억 달러, 리서치앤리서치는 2017년 1,899억→2022년 2,713억 달러, 그랜드뷰리서치는 2017년 1,302→2022년 2,541억 달러로 증가할 것으로 예측함(자료: 한국식품콜드체인협회(2018), p. 92.)

함께 블록체인 기술 기반의 식품경로추적 플랫폼을 개발·운영하고 있다. 이외 미국 스위트그린(Sweetgreen)의 신선 채소 이력추적시스템, 네덜란드 1위 유통업체 알버트 하인(Albert Heijn)사, 음료제조업체 레프레스코(Refresco)가 공동 개발한 오렌지주스 이력추적시스템, 프랑스 대형마트 까르푸(Carrefour)의 이력추적시스템, 일본 유기농산물 품질검증시스템, 중국 돼지고기 이력추적시스템 등이 있다.

우리나라에서도 쇠고기, 친환경 농산물, 노지작물 등에 대한 블록체인 기술 기반 이력추적시스템 구축 사업을 수행하고 있으나, 이는 시범사업수준으로 상업화·활성화를 위한 노력이 필요한 시점이다. 또한 수출입의존도가 상대적으로 높은 우리나라³⁾는 식품 생산·가공·소비의 글로벌화에 선제적으로 대응하기 위한 기술개발, 제도 확립 등이 필요하다. 코로나19는 비대면, 저탄소·친환경 경제 등에 대한 수요를 증가시켰으며, 이에 우리 정부는 디지털 경제(디지털 뉴딜), 그린경제(그린 뉴딜)로의 전환을 촉진시키기 위한 한국판 뉴딜을 추진하고 있다.⁴⁾ 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구는 디지털 뉴딜 정책의 일환으로 디지털 국가, 비대면 산업 육성을 위한 기초 정책 연구로서의 역할을 할 것으로 기대된다.

3) 2017년 기준 우리나라 수출의존도 35.34, 수입의존도 28.48, 미국 각 7.94, 12.36, 일본 각 14.37, 13.81. (자료: KOSIS(검색일: 2020. 6. 28)).

4) 코로나19는 비대면, 저탄소·친환경 경제 등에 대한 수요를 증가시켰으며, 이에 우리 정부는 디지털 경제, 그린경제로의 전환을 촉진시키기 위한 한국판 뉴딜을 추진하고 있다. 한국판 뉴딜은 경제전반의 디지털 혁신 및 역동성 촉진을 위한 디지털 뉴딜, 경제기반의 친환경·저탄소 전환 가속화를 위한 그린 뉴딜로 구분할 수 있으며, 경제구조 재편으로 인한 불확실성을 최소화하기 위한 안전망 강화 정책을 포함한다. (자료: 관계부처합동, 한국판 뉴딜 종합계획, 한국판 뉴딜 국민보고대회, 2020. 7. 14.)

지난 7월, 노르웨이 비영리단체 EAT는 식품 생산, 가공, 유통 및 폐기물로 인한 탄소배출량이 전 세계 탄소배출량의 약 24%를 차지하고 있다고 밝혔다. 보고서는 G20 국가를 대상으로 현재의 식품소비 패턴(소비량, 폐기물량)을 2050년까지 유지하는 경우, 인간이 생존 가능한 환경의 지구가 몇 개 더 필요한지를 계산하였다. 지구의 모든 사람이 한국인처럼 식품을 소비할 경우, 2050년에는 1.3개가 더 필요한 것으로 조사되었다⁵⁾(〈그림1-1〉참고).

〈그림 1-1〉 국가별 식품 소비패턴 유지 시 2050년까지 예상되는 지구(earth) 개수



자료: EAT(2020. 7), p. 33

5) EAT(2020.7.), p. 33.

이는 식품 생산 및 소비과정에서 발생하는 탄소배출량이 심각한 수준이며, 한국도 예외가 아님을 시사한다. 식품 공급망 상에서 발생하는 탄소배출량을 저감하기 위해 공공영역이 우선적으로 기여할 수 있는 분야는 식품콜드체인관리를 통한 식품의 가치 유지, 이를 통한 폐기물 관리 부문이다. 블록체인 기술을 기반으로 한 식품콜드체인 시스템은 생산부터 최종 소비단계까지 모든 공급망 노드별 식품의 품질관리를 가능하게 함으로써 식품 폐기물로 인한 탄소저감에 기여할 수 있을 것으로 예상된다. 이는 탄소중립(Net-zero) 사회로의 도약을 위해 우리 정부가 추진하고 있는 그린 뉴딜 정책방향에 부합하며 시너지 효과 또한 유발할 수 있을 것이다.

2018년 기준 글로벌 신선화물 교역량의 약 86%가 해상으로 운송되었으며, 한국의 경우 약 99%가 해상운송을 통해 거래되었다.⁶⁾ 이는 생산지부터 최종 소비지까지의 식품콜드체인 체계 상 해상운송 및 항만의 역할이 중요함을 시사한다. 그러나 현재 선박, 항만에서는 리퍼 컨테이너 온습도 관리가 수동으로 이루어지고 있으며, 온습도 정보가 참여 주체 간에 원활히 공유되고 있지 않아 완전한 의미의 식품콜드체인관리가 이루어지고 있지 않은 실정이다.

이러한 이슈를 해결하기 위해 이미 글로벌 주요 선사 및 항만들은 소프트웨어 개발, 인프라 확충 등 다양한 프로젝트를 수행하고 있다. 머스크는 원격컨테이너관리(RCM: Remote Container Management) 시스템을 도입해 리퍼‘컨’ 온습도 및 탄소배출량 등의 상태정보를 고객에게 실시간으로 제공하고, 문제 발생 시 원격으로 제어하는 서비스를 운영하고 있다.⁷⁾ 또한 유럽 최대 신선화물 수출입항인 로테르

6) IHS World Trade Service DB(검색일: 2019. 10. 7)

7) Maersk(검색일: 2020. 11. 2)

담 항만은 신선식품 처리기능 강화를 위해 Port Vision 2030에 따라 냉장/냉동 보관시설을 강화하고 최첨단 냉장 서비스 센터를 확충하는 쿨포트(Cool Port) 프로젝트를 수행 중이다. 유럽 주요 과일항인 앤트워프 항만 역시 리퍼'컨'처리를 효율적으로 수행하기 위해 항만에 충분한 리퍼'컨' 처리시설(리퍼'컨' 플러그, 냉장/냉동창고 등) 및 시스템(검역/통관 절차의 디지털화)을 구축하는 프로젝트를 수행하고 있다.⁸⁾

이에 우리나라도 급격히 성장하고 있는 글로벌 콜드체인시장을 선점하고 탄소중립사회로 도약하기 위해 해상운송구간 및 항만을 고려한 식품콜드체인 체계 수립이 시급하다. 특히 수출입 신선식품의 관문이자 공적 관리영역인 항만에서의 콜드체인관리 체계 구축은 정책연구로서 충분한 의미가 있다고 판단된다.

제2절 연구목적 및 주요 내용

본 연구는 글로벌 식품콜드체인시장 트렌드 및 국내정책수요에 부합하는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 목적으로 한다. 특히 우리나라 신선식품 교역량의 99%가 해상으로 운송⁹⁾되고 있으므로, 항만-해상운송구간 간 정보연계 방안 등을 체계에 포함시키고자 한다.

본 연구는 전체 6장으로 구성되어 있다. 1장은 본 연구의 배경 및 필요성, 연구목적 및 주요 내용, 선행연구 검토 및 차별성, 연구수행

8) 신수용 외(2019), pp. 69-80.

9) 2018년 기준 한국 신선식품 교역량은 3천2백만 톤이며 이 중 99%가 해상으로 운송되고 있음
(자료: IHS World Trade Service DB(검색일: 2019. 10. 7))

방법론 및 한계 등 연구 개요에 관한 것이다. 2장에서는 국내 식품콜드체인 운영현황 및 블록체인 기술의 도입 필요성에 대해 살펴보고자 한다. 국내외 문헌조사, 관련 전문가 인터뷰를 통해 세부적으로 ①식품콜드체인 및 블록체인 기술 정의, ②국내 식품콜드체인 운영현황 및 관련 법·제도 분석, ③블록체인 기술 주요 특징 및 적용산업, ④블록체인 기술 도입 필요성, ⑤블록체인 기술 도입 사례 등을 파악하였다.

식품은 품목에 따라 품질관리를 위한 적정 온·습도 조건이 다양하기 때문에 본 연구에서는 품목을 선정하여 이에 대한 체계를 구체적으로 제안하고자 한다. 따라서 3장에서는 빅데이터 분석(Big data analysis)을 통해 정책적 관심도, 국민적 관심도, 해외 연구수요 및 소비자 관심도를 만족하는 연구대상 품목을 선정하였다.

4장에서는 3장에서 도출된 품목의 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계를 제안했으며, 이는 비즈니스레이어, IoT, 블록체인레이어, 어플리케이션레이어로 구성된다. 비즈니스레이어에서는 선정된 품목의 수출입 공급망 구조를 바탕으로 노드별 참여 주체, 정보의 종류 등을 정의한다. IoT 디바이스를 통해 실시간 수집된 정보는 블록체인 기술을 바탕으로 한 플랫폼에서 공유된다. 마지막 단계는 공유된 정보의 가시화를 위한 어플리케이션레이어이다. 특히 본 연구에서는 해상운송구간에서의 정보연계 가능성, 방안 등에 대해 자세히 살펴보았다.

5장에서는 체계 구축의 당위성·필요성을 제시하기 위해 이용자 및 참여자의 기대효과를 추정하였다. 이용자의 기대효과는 블록체인 플랫폼으로 관리된 제품을 소비하면서 발생하는 소비자 선호 및 정보에 대한 지불의사금액(WTP: Willingness To Pay)를 추정한 것이다. 서비스 참여자 기대효과의 경우, 플랫폼에 참여함으로써 얻을 수 있

는 리콜 리스크 감소분 및 이로 인한 탄소배출량 저감량을 시뮬레이션 실험을 통해 증명하였다.

마지막으로 6장에서는 4장 및 5장에서 도출된 시사점을 바탕으로 정부가 수행해야 할 정책 및 전략에 대해 기술하였다. 보다 실효성 있는 정책제언을 위해 해양수산부, 식품의약품안전처, 농림축산식품부, 축산물품질평가원 등 정책수요자 회의를 개최하고 이들의 의견을 반영하였다.

제3절 선행연구 검토 및 차별성

‘블록체인 기술’, ‘식품콜드체인’ 관련 국내외 주요 선행연구 검토 결과는 다음 <표1-1>과 같다. 블록체인 기술을 식품콜드체인에 적용한 국내연구¹⁰⁾는 기술에 대한 정의, 도입 여건 조성을 중심으로 이루어졌다. 특히, 고동훈 외(2019)는 수산 관련 분야 및 정책, 수산물 유형별 블록체인 기술 도입의 중요성, 가능성, 시급성 등을 진단하였다. 전문가들이 수산 관련 분야 및 정책에 있어 기술의 도입 및 활용이 가장 필요하다고 응답한 항목은 ①정부 또는 공공기관의 수산물 정보관리, ②국내외 수산물 이력·인증 시스템, ③수산물 안전정보에 대한 소비자 수요 만족, ④수산물 안전사고에 대한 신속한 대응 체계 구축 등이다. 수산물 유형별로는 양식·가공, 수출산 어류 및 패류에 블록체인 기술 도입이 가장 필요하다고 분석되었다. 고동훈 외(2019)는 이러한 분석 결과를 바탕으로 수산분야 블록체인 기술 도입을 위한 목표, 기본방향, 정책방향 등을 제안하였다. 해당 연구는 수산분

10) 이정민(2018); 고동훈(2019).

야에서는 처음으로 블록체인 기술의 도입 가능성을 검토하고 정책 방향을 제시했다는 의의를 가진다.

반면 국외 선행연구의 경우, 블록체인 기술을 식품이력추적시스템 및 콜드체인에 적용하기 위해 기술적인 측면을 고려한 체계/프레임(framework)을 제안하고 기대효과 및 이슈(인프라, 표준, 규정 등)를 지적하고 있다. Tian(2018)은 기존 중앙 집중형(centralized) 정보 시스템의 약점을 지적하며 블록체인&IoT 기반 분산형(decentralized) 시스템의 필요성을 강조하였다. 일반적인 식품공급망 노드별 참여주체(생산, 제조·가공, 보관, 냉장운송, 소매)의 등록정보, 정보 연계 기술 등에 대해 정의하였다. 또한 체계 구축을 위한 정보등록 및 추가, 익명성(anonymity), 정부/공공기관(authority organization) 역할에 대해서도 언급하고 있다. Galyez *et al.*(2018), Feng *et al.*(2020), Caro *et al.*(2018) 또한 블록체인 기술 기반 식품이력추적시스템 프레임(framework)을 제안하고 있다. Behnke&Janssen(2020)은 블록체인 기술, 식품이력추적시스템이 정보교환을 위해 필요한 최소조건(boundary condition)에 대해 정의하고 있다.

Feng *et al.*(2020)은 문헌 연구를 바탕으로 블록체인 기술기반 식품이력추적시스템의 기대효과를 추정하였다. Feng *et al.*(2020)이 추정한 기대효과는 정보보안, 공급망 구성원 간의 신뢰도 제고, 경제적 손실 및 식품 폐기율 감소, 지속적이고 투명한 이력추적관리 등이다. Kshetri(2018)은 문헌 조사, 사례분석(multiple case study) 등을 통해 블록체인 기술이 공급망 성능(performance)에 미치는 영향을 분석하였다. 블록체인 기술은 비용 절감, 리스크 절감, 지속가능성 향상, 유연성 향상 등 공급망의 성능 및 효율에 긍정적인 역할을 하는 것으로 조사되었다.

본 연구의 목적인 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축은 국외선행연구에서 다수 이루어졌으나, 다음 네 가지 측면에서 차별성을 가진다. 첫째, 기존 선행연구에서는 일반적인 식품공급망 노드를 대상으로 체계를 구축한 것과는 달리 본 연구에서는 식품 품목별 특수성을 고려하여 특정 품목에 대한 파일럿 시스템을 제안해 보고자 한다. 이는 연구의 실현가능성, 응용가능성을 향상시킬 수 있다는 장점을 가진다. 둘째, 본 연구에서는 식품 품질 유지를 위한 콜드체인 관리 정보(온도 등)를 체계에 포함시키고자 한다. 식품안정성은 크게 이력추적 및 품질유지를 통해 확보될 수 있다. 대부분의 선행연구에서는 식품이력추적에 대한 신뢰성을 증대시킴으로써 소비자가 요구하는 식품안정성을 보장하는 방안을 제시한 반면, 본 연구에서는 품질유지를 위한 정보를 고려한다는데 의의가 있다.

셋째, 블록체인 기술을 식품콜드체인에 적용하기 위한 도입여건을 제시한 국내연구의 경우, 식품의 국내유통 노드만을 고려하였다. 그러나 본 연구에서는 세계 콜드체인시장이 성장함에 따라 국내유통뿐 아니라 수출입 화물¹¹⁾에 대한 체계 수립이 필요하다고 판단하였다. 수출입 신선화물에 대한 체계 구축을 위해 해상운송구간에서의 연계방안, 기술, 정보 등에 대한 내용을 포함하고자 한다. 넷째, 선행연구에서는 문헌 조사, 사례 조사 등을 통해 체계의 정성적인 기대효과를 제시하였다. 그러나 본 연구에서는 설문조사, 시뮬레이션 모델 등을 통해 체계에 대한 참여 주체들의 정량적 기대효과를 추정하고자 한다. 이는 체계 도입의 필요성을 보다 객관적으로 제시함으로써 연구의 실효성을 증대시킬 것으로 기대된다(〈표 1-2〉, 〈그림 1-2〉 참조).

11) 산업통상자원부(2015), 이언경 외(2016), 천영선(2018)과 같이 수출입 운송도민간화물에 대한 선행연구의 경우, 주로 항만으로의 유치를 위한 비즈니스모델개발, 네트워크분석, 허브구축전략 수립 등임.

〈표 1-2〉 선행연구 검토 및 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요연구내용
국내연구				
주요 선행 연구	1	- 과제명: 자유무역지역 콜드체인 허브구축 및 연계방안 연구 - 연구자(연도): 산업통상자원부 (2015) - 목적: 우리나라 자유무역지역 내 콜드체인 산업허브 구축 및 연계방안 마련	- 문헌조사 - 해외사례분석 - SWOT 분석 - 비즈모델 수립	- 콜드체인 시장환경 분석 - 국내 주요 자유무역지역 별 15개 비즈모델 제시(예, 동해자유무역지역의 수산물가공수출 및 원자재 유통 모델 제안)
	2	- 과제명: 온·습도 민감화물 항만 유치방안 연구 - 연구자(연도): 이연경 외(2016) - 연구목적: 우리나라 항만에 유치 가능한 온·습도 민감화물 발굴 및 유치방안 수립	- 문헌조사 - O/D 분석 - BCG 매트릭스 - AHP 분석 - 비즈니스 모델 캔버스 방법론	- 온·습도 민감화물 물류 프로세스 및 물류환경 변화 분석 - 유치 가능 온·습도 민감화물 23개 품목 선정 - 비즈모델 제시
	3	- 과제명: 농식품 분야 블록체인 기술 활용 현황과 시사점 - 연구자(연도): 이정민 외(2018) - 연구목적: 블록체인 기술의 농식품분야 활용 사례 분석	- 문헌조사 - 해외사례 분석	- 농식품 분야에 적용 가능한블록체인 기술 정의 - 블록체인 기술기반 식품콜드체인 국내외 사례 소개 (국내) 축산물 이력관리 시스템, (해외) 월마트, 징둥닷컴, 이노랩 등
	4	- 과제명: 글로벌 콜드체인 네트워크 구축에 관한연구 : 신선식품 및 동북아 허브네트워크 경쟁력을 중심으로 - 연구자(연도): 천영선(2018) - 연구목적: 글로벌 콜드체인 네트워크 허브 최적 위치 도출	- 문헌조사 - 설문조사 - 요인분석	- 글로벌 콜드체인 물류네트워크의 개념 및 구축 여건 - 글로벌 콜드체인 운송수단 선택요인 선정 및 중요도 분석 - 업종 및 품목별 콜드체인 물류허브 입지선정 요인 분석
	5	- 과제명: 블록체인이 가져올 변화와 한계 (물류/유통산업을 중심으로) - 연구자(연도): 박찬석(2018) - 연구목적: 블록체인 기술의 물류부분의 변화 및 한계점 분석	- 문헌조사 - 해외사례 분석 - 전문가 자문	- 블록체인 기술의 응용이 가능한 분야 및 적용 사례 분석 - 국내외 물류/유통분야 블록체인 기술 적용 사례 - 블록체인 기술 적용의 기회 및 한계점 제시

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
주 요 선 행 연구	6 - 과제명: 수산분야 블록체인 기술 도입에 관한 연구 - 연구자(연도): 고동훈 외(2019) - 연구목적: 수산분야 블록체인 기술 도입 가능성 및 정책방향 제시	- 문헌조사 - 방문조사 - 전문가자문 및 워크숍 - 해외사례 분석 - IPA 분석	- 수산분야 블록체인 기술 도입에 대한 인식도 및 여건 분석 - 수산분야 블록체인 기술 도입을 위한 정책방향 제시
국외연구			
주 요 선 행 연구	7 - 과제명: A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, Blockchain & Internet of Things - 연구자(연도): Tian Feng(2018) - 목적: 블록체인&IoT 기술 기반 식품공급망 체계 제안	- 문헌조사 - 시나리오 분석	- 블록체인 기술, Distributed DBS, BigchainDB 특징 비교 - 블록체인 기술&IoT 기반 식품콜드체인 체계 제안 - 체계 특징, 참여주체, 주체별 정보, 정보연계 방안 등
	8 - 과제명: Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives - 연구자(연도): Kshetri(2018) - 목적: 블록체인 기술이 공급망 관리에 미치는 영향 분석	- 문헌조사 - multiple case study 분석	- 블록체인 기술을 공급망에 적용한 11개 사례의 유형분류 및 분석 - 블록체인 기술이 공급망 주요 performance에 미치는 영향분석 (비용, 처리속도, 상호의존성, 리스크절감, 지속가능성, 유연성 등)
	9 - 과제명: Future challenges on the use of blockchain for food traceability system - 연구자(연도): Galvez <i>et al.</i>(2018) - 목적: 블록체인 기술의 식품추적시스템 적용가능성 및 한계	- 문헌조사 - pilot application example	- 블록체인 기술의 식품추적시스템 적용을 위한 conceptual framework 제안 - 농산물 및 축산물 부문에 대한 case study - 블록체인 기술의 식품추적시스템 적용 한계
	10 - 과제명: Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges - 연구자(연도): Feng <i>et al.</i>(2020) - 목적: 블록체인 기술 기반 식품이력추적시스템 프레임워크 및 실행가능성	- 문헌조사 - architecture design framework - performance evaluation criteria analysis - multiple case study 분석	- 블록체인 기술기반 식품이력추적시스템 프레임워크 제안 (노드, 노드별 필요기술 등 정의) - 블록체인 기술기반 식품이력추적시스템의 적용가능성 평가를 위한 플로우차트 - 블록체인 기술기반 식품이력추적시스템의 기대효과 및 한계점

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
11	- 과제명: Blockchain-based traceability in agri-food supply chain management: A practical implementation - 연구자(연도): Caro <i>et al.</i>(2018) - 목적: AgriBlockIoT 프레임워크 제시	- 문헌조사 - 시뮬레이션	- AgriBlockIoT(블록체인 기술기반 식품이력추적시스템) 컨셉 설계 - Ethereum과 Hyperledger Sawtooth 성능비교
12	- 과제명: Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology - 연구자(연도): Behnke & Janssen(2020) - 목적: 정보공유를 위한 최적의 boundary condition 결정	- 문헌조사 - 인터뷰 - multiple case study	- 식품이력추적시스템, 블록체인의 개념 및 특징 정의 - 식품이력추적 및 블록체인 기술의 boundary condition(충족요건) 정의
본 연구	- 과제명: 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 - 연구자(연도): 조지성(2020) - 목적: 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 및 기대효과 추정	- 문헌조사 - 전문가인터뷰 - 설문조사 - 계량분석 - 시뮬레이션 실험	- 국내외 콜드체인 시스템 및 블록체인 기술(BT) 도입현황 - 국내외 콜드체인 시스템 문제점 및 트렌드 분석 - BT기반 식품콜드체인 도입을 위한 사회적 시스템 개선방안 - BT기반 식품콜드체인 체계 구축 - 해상운송, 항만 역할 및 연계방안 - 블록체인 기술기반 콜드체인의 기대효과(시스템 참여주체, 최종 소비자 측면)

자료: 저자 작성

〈그림 1-2〉 선행연구와의 차별성

선행연구		한계점	본 연구
구분	본 연구		
Tian Feng(2018)	· 식품을 일반화하여 블록체인기술기반 콜드체인 프레임워크 제안	· 식품의 특수성 미반영 · 정보정의 미흡 · 개념적인 접근	· 식품 품목별 특수성을 고려한 블록체인기술기반 식품콜드체인체계 구축
Galvez <i>et al.</i> (2018)			
Caro <i>et al.</i> (2018)			
Behnke & Janssen(2020)			
Galvez <i>et al.</i> (2018)	· 블록체인기술기반 식품이력추적시스템 프레임워크 제안	· 식품 품질 유지를 위한 온/습도 관련 정보 미포함	· 식품 콜드체인 각 노드별 온습도 정보 포함
Feng <i>et al.</i> (2020)			
Caro <i>et al.</i> (2018)			
Behnke & Janssen(2020)			
이정민 외(2018)	· 블록체인기술의 식품 콜드체인 도입 현황 조사 · 블록체인기술 도입을 위한 정책방향 제시	· 내수용 화물 대상	· 수출입화물 고려 해상운송구간 연계방안 고려
고동훈 외(2019)			
Kshetri(2018)	· 제안한 프레임워크에 대한 기대효과 및 한계점 제시	· 정성적 기대효과 제시	· 정량적 기대효과 추정
Feng <i>et al.</i> (2020)			

자료: 저자 작성

제4절 연구수행 방법론

본 연구의 주요 연구수행 방법론을 다음 〈그림 1-3〉과 같이 요약하였다. 2장은 식품콜드체인 운영현황 및 블록체인 기술의 도입 필요성에 관한 것으로 국내외 문헌 조사, 현장 조사, 전문가 자문 등의 방법을 이용하였다.

3장에서는 체계 구축을 위한 대상 품목을 선정하기 위해 빅데이터 분석법을 사용하였다. 빅데이터 분석은 많은 양의 데이터를 하나의

통합된 플랫폼으로 구축하며, 정형화된 데이터뿐 아니라 비정형화된 데이터를 통계적 방법으로 다룰 수 있다는 데 의의가 있다. 구글 및 네이버에서는 보유하고 있는 이용자들의 서치 데이터(Search data)를 정량화하여 기초 통계량을 제시하는 구글 트렌드 및 네이버 트렌드 서비스를 제공하고 있다. 또한 EU 집행위원회 산하 연구혁신국은 Big data Europe 프로젝트를 통해 기후, 에너지, 식품, 건강, 운송, 안보 및 사회 과학 분야의 빅데이터 플랫폼을 구축했으며, 이를 정책 수립의 근거로 활용하고 있다. 최근 국내에서도 빅데이터 분석 방법을 활용하여 현상을 모니터링하고 도출된 이슈를 바탕으로 정책을 제안하는 연구가 수행되고 있다.¹²⁾ 이에 본 연구에서도 빅데이터 분석을 통해 정책적, 국민적 관심도, 해외 연구수요·소비자 관심도가 높은 품목을 선정하고자 하며, 데이터 정합성·대표성에 유의하여 데이터를 수집하였다.

4장에서는 선정된 품목인 쇠고기에 대한 콜드체인 체계를 제안하였다. 최근 블록체인 기술을 기반으로 한 식품이력추적 구조 설계에 대한 여러 선행연구가 진행되었다. Daniel Bunblauskas *et al.*(2020), Pan Liu *et al.*(2020), Kay Behnke & M.F.W.H.A. Janssen(2020), Andreas Kamilaris *et al.*(2019), Huanhuan Feng *et al.*(2020) 등은 구조를 크게 비즈니스 레이어, IoT 레이어, 블록체인 레이어, 서비스 레이어 등으로 구분하여 제안하고 있다. 이에 본 연구에서는 체계를 ①비즈니스레이어(Bunissess layer), ②IoT 추적레이어(IoT traceability layer)/블록체인 레이어(Blockchain layer), ③어플리케이션 레이어(Application layer) 등 3개의 레이어로 구성하고, 각 레이어를 문헌 조사, 관계자 인터뷰, 국내외 사례 조사, 전문가 워크숍 등 다양한 방

12) 국토연구원(2013); 한국환경정책평가연구원(2014); 에너지경제연구원(2015).

법을 바탕으로 정의하고자 한다.

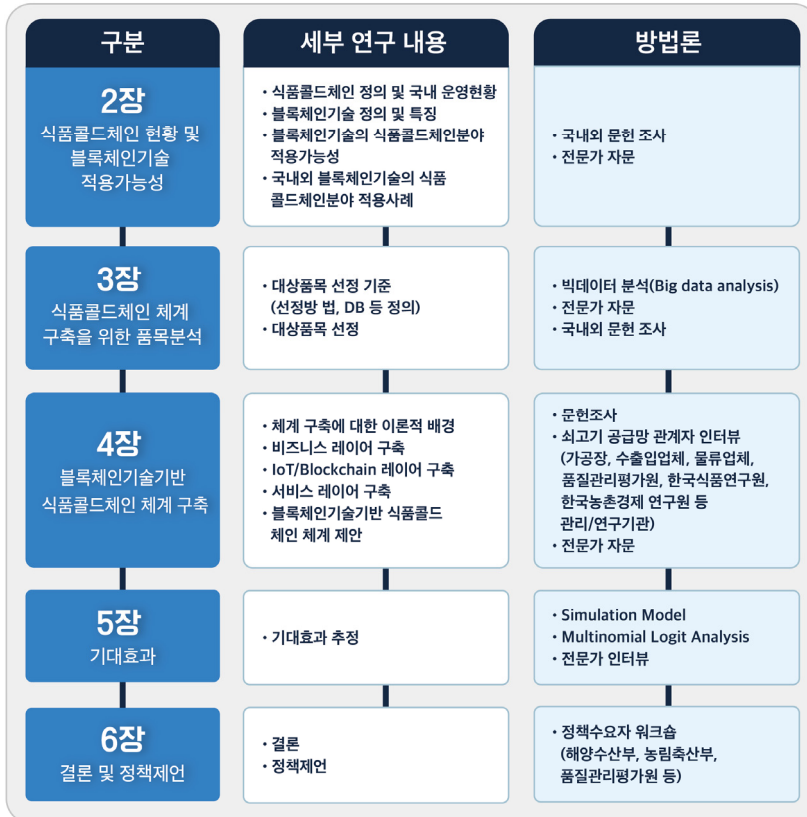
5장에서는 제안된 체계의 기대효과를 추정하였다. 이용자의 기대효과를 추정하기 위해 3개국 소비자(한국·미국·홍콩)를 대상으로 설문조사를 수행했으며, MNL(Multinomial Logit) 모델을 분석하였다. 선행연구에서는 새로운 기술 및 제도가 적용된 식품에 대한 소비자 효용 및 해당 정보의 가치를 추정하기 위해 실험(framed field experiment), 소비자 설문조사 등의 방법을 활용했으며, MNL, Probit, Tobit 등 통계 모델을 수립하여 데이터를 분석하였다.¹³⁾ 본 연구에서는 특정 품목의 콜드체인 체계를 제안했으므로 설문 또한 특정 품목의 소비자를 대상으로 하였다. 그러나 향후, 체계의 범위를 식품 전반으로 확대 또는 일반화함에 따라 이에 적합한 소비자를 대상으로 한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참여자의 기대효과 추정을 위해 Tecnomatix Plant Simulation 프로그램을 활용하여 시뮬레이션 실험을 수행하였다. Plant Simulation은 제품의 공급망 분석 및 정보연계에 따른 효과추정을 위해 사용되는 프로그램이다.¹⁴⁾ 본 연구에서는 플랫폼에 참여하는 경우와 그렇지 않은 경우를 가정하여 참여 주체에게 발생할 수 있는 리콜 리스크를 최소화하는 것을 목적함수로 정의하였다. 실험을 위한 가정이 현실을 정확히 반영했다고 보긴 어렵지만 동일한 조건 하에 플랫폼 유무로 인한 리스크 관리 정도를 확인한다는 점에서 충분히 의의가 있다고 판단된다.

13) Lusk *et al.*(2003); Loureiro & Umberger(2007); Aprile *et al.*(2012); Jo *et al.*(2016); Muller *et al.*(2017).

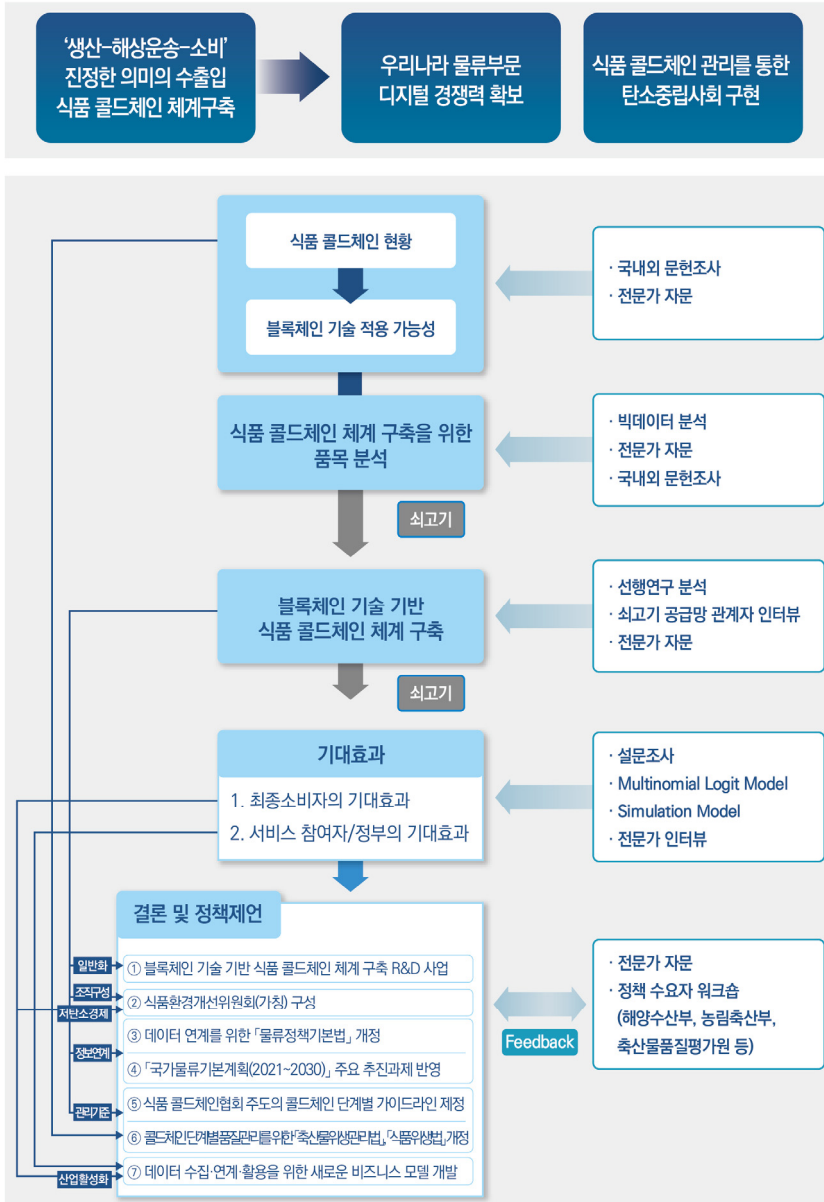
14) Bangsow(2015); Siderska(2016); Kliment *et al.*(2020); Trebuna *et al.*(2020).

〈그림 1-3〉 세부 연구 내용 및 방법론



자료: 저자 작성

〈그림 1-4〉 연구 흐름도 종합



자료: 저자 작성

제 2 장

식품콜드체인 운영현황 및 블록체인 기술과의 연계

제1절 식품콜드체인 정의 및 국내 운영현황

1. 식품콜드체인 정의

역사적으로 식품콜드체인의 범위는 점차 확대되고 있다. 18세기 콜드체인은 천연얼음을 활용해 창고를 일정 온도로 유지하는 ‘보관 및 저장’에 대한 것이었으나, 1830년대는 냉동장치를 선박에 설치해 육류를 수출하기 시작하면서 ‘운송’을 콜드체인 범위에 포함시켰다. 냉동으로 인한 육류의 품질변화 이슈를 해결하기 위해 냉장기술을 도입했고, 안정적으로 일정 온도를 유지하기 위한 ‘냉장포장’기술 수요도 높아졌다. 20세기 초부터는 급속냉동장치를 통해 상품의 질적 훼손을 감소시켰고, ‘냉동포장’ 기술 또한 개발되었다. 즉, 콜드체인은 보관·운송·포장 단계에서 상품을 저온으로 유지하는 것을 뜻했다.

2010년대에 들어서면서부터 콜드체인의 범위는 다시 한번 확장되

었다. 마켓컬리, SSG닷컴 등과 같은 콜드체인 배송서비스가 제공되기 시작하면서 산지에서 수확하는 순간부터 저온으로 관리하는 풀콜드체인(full-cold chain) 개념이 등장했다.

〈그림 2-1〉 콜드체인 범위 변화



자료: 저자 작성

콜드체인을 정의하는 방식은 국가·기관별로 다양하다. 콜드체인이라는 용어는 1950년 유럽경제협력기구와 미국경제협력청(ECA)공제의 전문가로 구성된 미국 콜드체인 조사단이 작성한 1951년 ‘콜드체인 USA’ 조사보고서를 통해 공식문서에 처음 사용되었다.¹⁵⁾

허길행·정은미(1997)는 콜드체인시스템이란 전 유통과정을 제품의 선도 유지에 적합한 온도로 관리하는 체계로서 청과물, 수산물, 육류, 계란, 유제품 등을 생산에서부터 소비자에 이르기까지 지속적으로 적절한 온도를 유지시켜 생산 직후의 품질 상태 그대로 소비자에게 공급되도록 하는 유통 체계라고 말한다.¹⁶⁾

15) APEC(2015), p. 2.

16) 허길행·정은미(1997), p. 5.

Luis A. Lefebvre 외(2011)는 콜드체인 시스템을 가공식품의 품질 관리를 위한 시스템으로 온도에 민감한 제품이 최종 사용자에게 판매될 때까지 정확한 온도 범위 내에서 품질이 유지되도록 연결되어 있는 온도를 조절하는 체인으로 정의했다.

이성우 외(2013)은 콜드체인을 저장과 수송과정에서 식품의 품질을 유지하는 시스템으로 정의하고 있으며, 안혜정 외(2014)는 식품 유통과정을 제품의 선도유지에 적합한 온도로 관리하는 체계이다. 최종제품을 생산하여 소비에 이르기까지 지속적으로 적절한 저온을 유지시켜 생산 직후의 품질상태 그대로 소비자에게 공급하는 저온유통체계를 콜드체인시스템으로 정의한다.¹⁷⁾

Samuel Mercier 외(2017)에 따르면 콜드체인은 생물학적 붕괴 과정을 늦추고, 소비자에게 안전하고 고품질의 음식을 제공하기 위해 적절한 온도 범위에서 부패하기 쉬운 식품을 보관·운송하는 것이라고 설명했다.

그 밖에도 한국식품콜드체인협회, 국가기준표준원, 중앙아시아경제협력체, 유럽냉장물류협회, 쿨체인협회 등이 정의하는 콜드체인 개념에는 차이가 있다. 한국식품콜드체인협회에서 정의한 식품의 콜드체인이란, 냉동 및 냉장에 의한 신선한 식품의 유통을 말하며, 제품에 적합한 온도를 유지시키는 정온물류, 생산에서 소비까지의 온도를 제어하는 기술과 관리를 뜻한다.¹⁸⁾ 국가기술표준원에서 정의한 콜드체인은 단지 낮은 온도를 유지하는 것이 아니라 제품에 적합한 온도를 유지시키는 정온물류(temperature controlled supply chain), 즉 공급사슬 내에서 온도를 제어하는 기술과 관리기법을 통칭한다.¹⁹⁾

17) 안혜정 외(2014), p. 6.

18) 한국식품콜드체인협회(검색일: 2020. 4. 1)

19) 국가기술표준원(2018), p. 4.

중앙아시아경제협력체(CAREC: Central Asia Regional Economic Cooperation)는 콜드체인을 온도에 민감한 제품을 제품이 상하지 않도록 물류계획을 세우고, 냉장 및 냉동 보관 방법으로 공급사슬망을 따라 운반하는 것으로 정의한다.²⁰⁾

유럽냉장물류협회(ECSLA: European Cold Storage and Logistics Association)은 유럽지역의 냉장유통협회, 개별 창고 운영업자, 연구자 등 냉장산업계의 이해를 대변하는 단체로서 콜드체인을 농장에서 소비지까지의 여러 단계를 통해 식품을 상하지 않도록 안전하게 운송하는 것으로 정의했다.²¹⁾

유럽의 쿨체인협회(CCA: Cool Chain Association)²²⁾는 콜드체인 대신 쿨체인(Cool Chain)이라는 용어를 사용하는데, 이는 주요 특성 및 가치를 유지하기 위해 일정 수준의 온도 제어가 필요한 제품의 생산·보관 및 유통 등 전체 공급망의 집합을 뜻한다.²³⁾

〈표 2-1〉 콜드체인 정의

선행연구	정의
허길행·정은미 (1997)	전 유통과정을 제품의 선도 유지에 적합한 온도로 관리하는 체계로서 청과물, 수산물, 육류, 계란, 유제품 등을 생산에서부터 소비자에 이르기까지 지속적으로 적절한 온도를 유지시켜 생산 직후의 품질 상태 그대로 소비자에게 공급되도록 하는 유통 체계
Luis A. Lefebvre 외 (2011)	가공식품의 품질관리를 위한 시스템으로 온도에 민감한 제품이 최종 사용자에게 판매될 때까지 정확한 온도 범위 내에서 품질이 유지되도록 연결되어 있는 온도를 조절하는 체인

20) Andy Sze(2014), p.2.

21) ECSLA(검색일: 2020. 4. 20)

22) CCA는 비영리단체로 콜드체인물류운영시스템에 대한 국제표준인 CCQI(Cool Chain Quality Indicator)를 인증해주는 기관임.

23) Cool Chain Association(검색일: 2020. 4. 2)

선행연구	정의
이성우 외(2013)	저장과 수송과정에서 식품의 품질을 유지 하는 시스템
안혜정 외(2014)	식품 유통과정을 제품의 선도유지에 적합한 온도 로 관리하는 체계
이혜옥(2016)	농·축·수산물을 비롯한 식료품, 화훼류, 의약품, 가공식품 등 온도 민감성 제품의 생산, 저장, 운송, 판매, 배송, 소비에 이르기까지 유통 전 과정에 걸쳐 해당 품목마다 적정 온도관리 를 하여 물품의 품질과 안전을 보장하는 저온유통시스템
Samuel Mercier 외 (2017)	콜드체인은 생물학적 붕괴 과정을 늦추고, 소비자에게 안전하고 고품질의 음식을 제공하기 위해 적절한 온도 범위 에서 부패하기 쉬운 식품을 보관 및 운송하는 것
선일성·안성진(2018)	상품 선도유지에 적정한 온도 로 관리해야하는 체계
한국식품콜드체인협회	냉동 및 냉장에 의한 신선한 식품의 유통을 말하며, 제품에 적합한 온도를 유지 시키는 정온물류, 생산에서 소비까지의 온도를 제어하는 기술과 관리
Andy Sze(2014)	온도에 민감한 제품을 제품이 상하지 않도록 물류계획을 세우고, 냉장 및 냉동 보관 방법으로 공급사슬망을 따라 운반하는 것
국가기술표준원	단지 낮은 온도를 유지하는 것이 아니라 제품에 적합한 온도를 유지 시키는 정온물류(temperature controlled supply chain), 즉 공급사슬 내에서 온도를 제어하는 기술과 관리기법
유럽냉장물류협회 (ECSLA)	유럽지역의 냉장유통협회, 개별 창고 운영업자, 연구자 등 냉장산업계의 이해를 대변하는 단체로서, 콜드체인을 농장에서 소비지까지의 여러 단계를 통해 식품을 상하지 않도록 안전하게 운송하는 것
유럽의 쿨체인협회	주요 특성 및 가치를 유지하기 위해 일정 수준의 온도 제어 가 필요한 제품의 생산, 보관 및 유통 등 전체 공급망의 집합

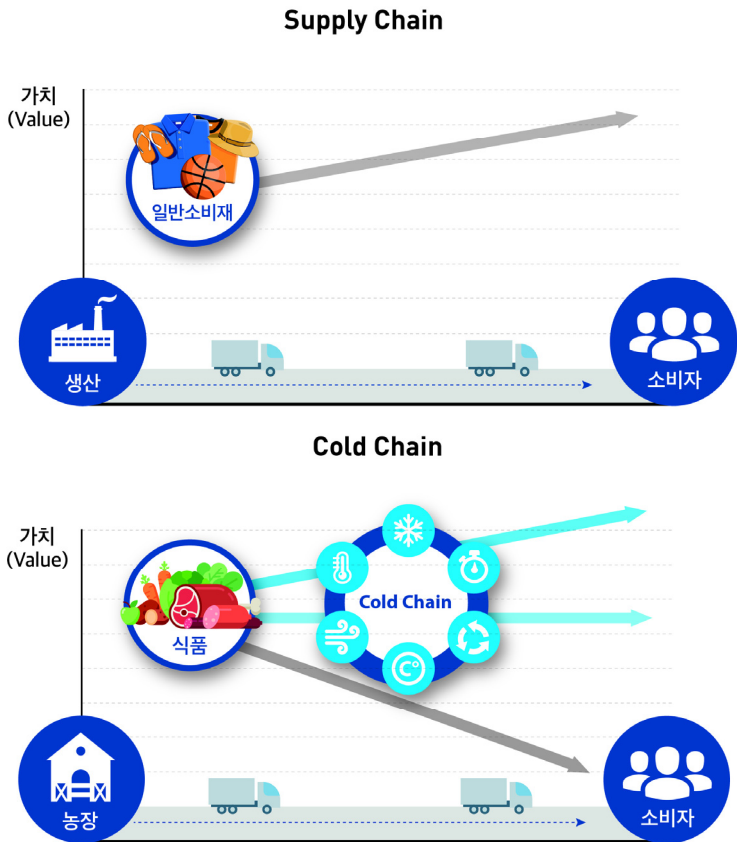
자료: 저자 작성

따라서 본 연구에서는 식품콜드체인을 생산, 가공, 보관, 운송, 판매, 배송, 소비까지의 모든 식품공급망 단계에서 제품 특성에 맞는 여건(온도·습도·진동 등)을 조성하는 기술 및 관리방안을 활용하여 식품 품질을 유지하는 것이라고 정의하고자 한다. 즉, 본 연구에서 구축하고자 하는 식품콜드체인의 체계는 ① 생산부터 소비까지의 식

품공급망 전 단계에 대한 것이며, ② 식품 특성에 맞는 온습도 관리 표준 및 ③ 관리 기술을 포함한다.

다음 <그림 2-2>는 일반 소비재의 공급망과 식품콜드체인을 도식화한 것이다. 즉 일반 소비재의 경우, 생산 이후 소비까지 시간이 흐름에 따라 가치가 유지되거나 가공, 마케팅 활동 등을 통해 가치가

<그림 2-2> 콜드체인 개념 정의



자료: 전문가 자문을 바탕으로 저자 작성

증가하게 된다. 그러나 식품의 경우, 생산 이후 제품 특성에 맞는 콜드체인 관리가 이루어지지 않는다면 식품의 품질 저하로 인한 가치 하락이 발생할 수밖에 없다. 이러한 품질 저하 속도를 지연시키기 위한 기술 및 제도 등을 통해 식품의 가치를 유지하거나 증대시킬 수 있는데 이러한 행위가 식품콜드체인관리에 해당된다.²⁴⁾

2. 국내 식품콜드체인 관련 제도 및 이슈

우리나라 식품콜드체인은 농림축산식품부, 해양수산부, 국토교통부, 식품의약품안전처 등 다양한 부처에서 서로 다른 법·제도에 의거하여 관리 및 운영되고 있다. 부처별 관리 제도를 살펴보면 다음과 같다.

1) 농림축산식품부

(1) 농산물우수관리(GAP: Good Agricultural Practices)

「농산물우수관리기준」에 따르면 농산물우수관리란 농산물의 안전성을 확보하고 농업 환경을 보전하기 위하여 농산물의 생산, 수확 후 관리(농산물의 저장·세척·건조·선별·절단·조제·포장 등) 및 유통의 각 단계에서 작물이 재배되는 농경지 및 농업용수 등의 농업 환경과 농산물에 잔류할 수 있는 농약, 중금속, 잔류성유기오염물질 또는 유해 생물 등의 위해 요소를 적절하게 관리하는 행위를 말한다.

「농수산물품질관리법」 제2장제2절제6조 농산물우수관리의 인증에

24) 식품콜드체인은 일반물류와 다른 몇 가지 특징이 있음. 첫째, 비교적 유통기한이 짧고, 제품군별 온도 기준이 상이함. 둘째, 일반 창고대비 2.5~3배 정도 전기사용량이 많으며, 셋째, 창고 및 차량에 냉장냉동설비를 설치해야 함에 따라 초기투자비 및 운영비가 비쌈.

따르면 우수관리기준에 따라 농산물(축산물 제외)을 생산·관리하는 자 또는 우수관리기준에 따라 생산·관리된 농산물을 포장하여 유통하는 자는 제9조에 따라 지정된 농산물우수관리 인증기관으로부터 농산물우수관리의 인증을 받을 수 있다.

「농수산물품질관리법시행령」 제8장제42조에 따라 농림축산식품부장관은 농산물우수관리인증기관의 지정, 지정취소 및 업무 정지, 처분 등의 권한을 국립농산물품질관리원장에게 위임한다.

이 밖에도 농산물우수관리 관련 법령으로는 농산물우수관리 인증에 관한 세부실시요령, 농산물우수관리인증기관 지정 및 운영요령, 농산물우수관리기준 등이 있다.

〈그림 2-3〉 우수관리인증 농산물



자료: 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 2)

(2) 농산물 이력추적관리제도

농산물우수관리 인증을 받기 위해서는 대상 농산물을 이력 추적 가능하도록 관리해야 한다.²⁵⁾ 농산물 이력추전관리란 농산물의 안전성 등에 문제가 발생할 경우 해당 농산물을 추적해 원인을 규명하고 필요한 조치를 할 수 있도록 농산물의 생산단계부터 판매단계까지 각 단계별로 정보를 기록 및 관리하는 것이다.²⁶⁾

25) 국가법령정보센터(검색일:2020.4.2)

26) 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020.4.2)

「농수산물품질관리법」 제2장제5절 이력추적관리에 따르면 농산물 생산자, 유통 및 판매자 중 이력추전관리를 하려는 자는 농림축산식품부장관에게 등록해야 한다. 제2장제5절제24조에 따라 농산물 생산자, 유통 및 판매자는 이력추적관리에 필요한 입고 및 출고, 관리 내용을 기록해 보관하는 등 농림축산식품부장관이 정해 고시하는 기준을 지켜야 한다. 이력추적관리 등록사항은 다음 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 이력추적관리 등록사항

구분	등록사항
생산자	• 생산자 성명, 주소, 전화번호 • 이력추적관리 대상 품목명 • 재배면적 • 생산계획량 • 재배지의 주소
유통자	• 유통업체의 명칭 또는 유통자의 성명, 주소 및 전화번호 • 수확 후 관리시설이 있는 경우 관리시설의 소재지
판매자	• 판매업체의 명칭 또는 판매자의 성명, 주소 및 전화번호

자료: 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 2)

<그림 2-4> 농산물 이력추적관리 등록표시



자료: 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 2)

(3) 축산물 이력관리

「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」 제1장제1조에 따르면 가축 및 축산물의 이력관리에 필요한 사항을 규정함으로써 방역의 효율성을 도모하고 축산물의 안전성을 확보하여 소비자 이익의 보호 및 증진과 축산업 및 관련 산업의 건전한 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

해당 이력제도는 사육, 도축, 수입 및 유통·판매 등 총 네 단계별로 구분해 관리한다. 사육단계에서는 농장식별번호를 부여하고 출생 및 양도 신고 후, 개체식별번호와 귀표 등을 부착해야 한다. 도축단계에서는 도축, 경매 등을 신고해야 하며, 도축 처리하는 이력관리대상가축 및 국내산이력축산물에 대한 이력번호가 기재된 도축검사증명서를 검사 신청인에게 교부해야 한다. 수입산일 경우 수입 신고 이전에 이력번호가 표시된 수입유통식별표를 부착해야 하며, 양도 또는 수출하는 경우에도 신고해야 된다. 그 이후 포장 처리 및 거래 관련 사실을 신고해야 하며, 판매업자는 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률 시행규칙」 별표 13에서 정하는 방법에 따라 이력번호를 표시해야 한다.²⁷⁾

단, 수입축산물이력관리시스템은 따로 구축되어 있으며, 대상 품목은 수입쇠고기와 돼지고기이다. 2018년 12월 구축된 시스템으로 수입부터 판매단계까지의 이력정보를 제공한다. 수입자는 수입 신고 전 수입품의 화물관리번호, B/L번호, 수입자, 검역시행장, 표기품명, 부위명, 부위, 수량, 중량 등을 농림축산식품부에 신청해 이력번호를 발급받아야 하며, 해당 수입품에 이력번호가 포함된 수입유통식별표를 부착해야 한다. 이력번호는 축종코드, 원산지코드, 수입업자코드, 수입유통식별 일련번호 등 12자리로 구성되어 있다.

27) 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 3)

〈그림 2-5〉 축산물 이력추적관리 등록표시



자료: 축산물 이력제(검색일: 2020. 4. 2)

2) 해양수산물

(1) 수산물 품질인증제도

「농수산물 품질관리법」 제3절제14조에 따르면 수산물의 품질을 향상시키고 소비자를 보호하기 위해 품질인증제도를 실시한다. 품질 인증을 받기 위해서는 ① 해당 수산물의 유명도 및 차별화 인정, ② 해당 수산물의 품질 수준 확보 및 유지를 위한 생산 기술과 시설·기재 확보, ③ 해당 수산물의 생산·출하 과정에서의 자체 품질관리체제와 유통 과정에서의 사후관리체제 확보 등 세 가지 조건을 충족해야 한다. 대상 품목은 건제품, 염장품, 해조류, 횡감용 수산물, 냉동 수산물 등으로 생물뿐만 아니라 가공수산물 또한 포함한다.

〈그림 2-6〉 수산물 품질인증



자료: 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 2)

행정절차로서는 수산물 품질인증 신청서, 신청 품목의 생산계획서, 신청 품목의 제조공정 개요서 및 단계별 설명서를 품질인증기관에 제출해야 한다. 품질인증신청 심사는 공장심사와 품질시험 총 두 가지로 구성되어 있다. 공장심사기준표에 따라 원료확보, 생산시설 및 자재, 작업장환경 및 종사자의 위생관리, 생산자 자질 및 품질 관리상태, 자체품질 관리수준, 품질관리열의도, 출하여건 및 판매처 확보, 대외신용도 등 8가지 기준 부합 여부를 판단한다. 품질심사의 기준표에는 형태, 색깔, 원료, 중량, 톤, 혼입률 등에 대한 기준이 상세하게 명시되어 있다. 단, 공장심사기준표 및 품질심사기준표에는 상품별 보관, 유통, 운송 시 적합 온도에 대한 기준은 부재하다.

〈그림 2-7〉 수산물 품질인증 신청서 및 기준

[illegible][illegible]

자료: 찾기쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 2)

(2) 수산물 안전관리인증기준(HACCP)

「농수산물 품질관리법」제70조제2항 및 「생산·출하전단계 수산물의 안전관리인증기준」제2조제1호에 따르면, 수산물 안전관리인증기준은 수산물에 위해물이 혼입 또는 잔류하거나 수산물이 오염되는 것을 방지하기 위해 상품의 변질이 발생할 수 있는 생산과정 등을 중점적으로 관리하기 위한 제도이다.

「생산·출하전단계 수산물의 안전관리인증기준」제4조에 따라 인증기준 이행시설로 등록하고자 하는 업체는 양식장 시설, 설비관리, 위생관리부터 사육 및 출하관리까지 모든 단계별로 선행요건을 준수해야 한다. 즉, 공정별로 작업방법, 온도 및 습도 조건과 소요시간 등이 기재된 HACCP관리계획을 수립 및 운영해야 한다. 다만 축산물 HACCP와 마찬가지로 온도 및 습도 관리를 평가하고 있지만, 제품별로 유지해야 하는 온도 기준을 제시하고 있지는 않다.

〈그림 2-8〉 수산물 HACCP 적용 절차



자료: 한국식품안전관리인증원(검색일: 2020. 4. 3)

(3) 수산물이력추적제도

「농수산물 품질관리법」 제2조제7호에 따르면, 수산물 이력추적관리란 수산물의 안전성 등에 문제가 발생할 경우 해당 수산물을 추적하여 원인을 규명하고 필요한 조치를 취할 수 있도록 수산물의 생산 단계부터 판매단계까지 각 단계별 정보를 기록·관리하는 것이다.

「수산물 유통의 관리 및 지원에 관한 법률」 제27조제1항 및 「수산물 유통의 관리 및 지원에 관한 법률 시행령」 제28조제1항제1호에 따라 수산물을 생산하거나 유통 및 판매하는 자는 이력추적관리에 등록을 해야 한다.

수산물 저온유통체계 등의 구축 내용은 「수산물 유통의 관리 및 지원에 관한 법률」 제40조에 명시되어 있다. 해양수산부장관은 수산물의 생산단계부터 판매단계까지 모든 유통과정에서 저온유통체계 등의 구축을 위해 다음과 같은 시책을 수립 및 시행해야 한다.

- ① 활어·선어·냉동수산물 등의 보존방식에 따른 유통 위생관리 기준의 확립
- ② 저온유통 등을 위한 유통시설의 시설기준 마련 및 모니터링
- ③ 저온유통 등을 위한 운송 기준
- ④ 그 밖에 수산물 저온유통체계 등의 구축을 위하여 필요한 사항

「수산물 유통의 관리 및 지원에 관한 법률 시행령」 제19조에는 수산물 저온유통체계 등의 구축을 위한 기준이 명시되어 있다. 저온유통설비 등의 기준은 수산물유통사업자가 취급하는 수산물의 종류, 수산물의 소비행태 및 수산물유통사업자의 영업특성, 사업 규모 등을 고려해 정하도록 되어 있다.

〈그림 2-9〉 수산물 이력추적관리 등록표시



자료: 찾가쉬운 생활법령정보(검색일: 2020. 4. 3)

3) 국토교통부

「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」제1조에 따르면 물류시설을 합리적으로 배치·운영하고 물류시설 용지를 원활히 공급해 물류산업의 발전을 촉진함으로써 국가경쟁력을 강화하고 국토의 균형 있는 발전과 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다. 또한, 농축수산물 보관업 관련한 제3장의2(물류창고업) 제21조의2에 따르면 「식품위생법」에 따른 식품보존업 중 식품 냉동·냉장업, 「축산물 위생관리법」에 따른 축산물보관업 및 「식품산업진흥법」에 따른 수산물가공업 중 냉동·냉장업은 하나의 용도로만 사용하며, 허가 및 등록 현황이 변경될 경우에는 국토교통부장관 또는 해양수산부장관에게 통보해야 한다.

4) 식품의약품안전처

(1) 식품위생법

「식품위생법」은 식품으로 인해 생기는 위생상의 위해를 방지하고 식품영양의 질적 향상을 도모하며 식품에 관한 올바른 정보를 제공해 국민보건의 증진에 이바지함을 목적으로 한다. 위해 식품을 판매하거나, 판매할 목적으로 채취·제조·수입·가공·사용·조리·저장·소분·운반 또는 진열해서는 안 된다. 여기서 위해 식품이란 상하거나 설익

어서 인체의 건강을 해칠 우려가 있는 것, 미생물에 오염된 것 등을 뜻한다. 제7조 및 식품의 기준 및 규격 고시전문(제2020-98호, 2020.10.16.)의거하여 식품의 보존 및 유통기준에 대해 정의하고 있으나 농산물·수산물·축산물 공급망 노드별 세부적인 관리 방안에 대해서는 규정하고 있지 않다.

(2) 수입식품안전관리특별법

「수입식품안전관리특별법」은 수입식품 등에 관해 다른 법률보다 우선하여 적용한다. ‘수입식품 등의 유통이력추적관리’ 제도를 통해 수입식품의 수입부터 판매까지 단계별로 정보를 기록 및 관리해 수입식품의 안전성에 등에 문제가 발생할 경우 해당 수입식품 등을 추적해 원인을 규명하고 필요한 조치를 취할 수 있도록 관리하는 것을 말한다. 이 제도를 통해 수입업소 명칭 및 소재지, 제조국, 제조회사, 제조일자, 수입일자 등에 대한 내용을 쉽게 확인할 수 있다. 식품의약품안전처장은 「식품위생법」 제48조제1항에 따른 식품안전관리인증기준(이하 ‘식품안전관리인증기준’이라 한다)을 지키는 해외제조업소를 수입식품등별 식품안전관리인증기준 적용 해외제조업소(이하 ‘수입식품안전관리인증기준적용업소’라 한다)로 인증할 수 있다. 다만, 앞서 설명했듯이 식품위생법에는 상품별 보관·저장·유통 시 적정 온도 및 습도에 대한 기준이 부재함에 따라 수입 시 기준 또한 부재한 실정이다.

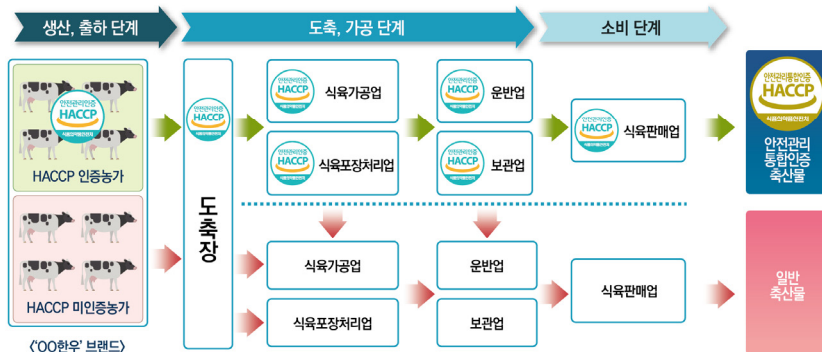
(3) 축산물 안전관리인증기준(HACCP)

축산물 안전관리인증기준이란 「축산물 위생관리법」 제9조에 따른 「축산물안전관리인증기준」으로서, 축산물의 원료 관리·제조·가공·조

리·소분·유통·판매의 모든 과정에서 위해한 물질이 축산물에 섞이거나 축산물이 오염되는 것을 방지하기 위하여 각 과정의 위해요소를 확인·평가하여 중점적으로 관리하는 기준이다. 축산물 안전관리인증은 「축산물 위생관리법」 제9조, 「축산물 위생관리법 시행령」, 「축산물 위생관리법 시행규칙」 제7조, 식품 및 축산물 안전관리인증기준 등을 근거로 수행되고 있다.

축산물 안전관리인증 절차 표를 보면 한국식품안전관리인증원이 인증심사(서류심사, 현장심사)를 수행한다. 생산·도축 및 가공·판매 등 단계별 인증을 받을 수 있으며 모든 과정에서 인증을 받았을 경우, 안전관리통합인증을 받을 수 있게 된다. 진정한 의미의 HACCP 적용 축산물임을 인정하는 안전관리통합인증 받은 인증업소는 65개소²⁸⁾(2020.5.31.기준)에 불과한 수준이다.

〈그림 2-10〉 축산물 안전관리통합인증 등록표시



자료: 한국식품안전관리인증원(검색일: 2020. 4. 3)

28) 한국식품안전관리인증원(검색일: 2020. 5. 31)

HACCP 평가매뉴얼에 따르면 제조·가공·포장 등 공정별로 온도관리 계획을 수립하고 이를 측정할 수 있는 온도계를 설치해 관리해야 하며, 필요한 경우 제품의 안전성 및 적합성을 확보하기 위한 습도관리계획을 수립 및 운영해야 한다고 명시되어 있다. 또한, 관리계획에 따라 평가보고서를 주기적으로 작성해야 한다. 온도 및 습도 관리를 평가하고 있지만, 제품별로 유지해야 하는 온도 기준을 제시하고 있지는 않다.

인증절차 처리 기간은 총 120일이며, 신청 시 필요한 서류인 축산물 안전관리인증기준서, 인증신청서, 영업허가증, 축산업허가증, 사업자등록증 등을 제출해야 한다. 축산물안전관리인증기준서의 경우, 통합관리시스템을 통해 영업자가 단계별 정보를 스스로 선택해 스마트 HACCP 관리기준서를 작성 및 제출할 수 있다. 다만 기타 서류의 경우 양식에 맞게 작성해 제출해야 한다.

3. 문제점 및 시사점

1) 서류 위·변조 가능성

식품에 대한 안전인증을 받기 위해서는 인증기관에 제출할 서류 작업이 필요하다. 현행 시스템을 통해 온라인 제출이 가능하지만, 서류 자체는 일일이 기입해야 한다. 이 과정에서 고의 여부와 상관없이 내용을 위·변조할 수 있는 가능성이 있다. 실제로 한 수산물 업체는 저가 조개관자 제품의 원산지를 위조해 고가로 판매하였다.²⁹⁾ 또한 HACCP 비인증 업체가 가공한 수산물을 HACCP 인증을 받은 업체에 납품해 인증업체가 가공한 것처럼 HACCP 인증 마크가 있는 포장지로 포장해 판매한 사례도 있다.³⁰⁾

29) Foodtoday(검색일: 2020. 12. 30)

2) 서류 및 기록물의 높은 유지관리 비용

관리기준 미흡으로 HACCP 인증이 취소된 업체의 수는 2015년 16개소에서 2018년에는 59개소로 증가했다. 식품업체 종사자를 대상으로 한 관리기준에 미흡했던 이유에 대한 설문조사 결과 응답자들은 HACCP 인증 취득 후 유지·관리하는데 어려운 점으로 1위 담당인력 전문성 및 의식 부족(38.3%), 2위는 서류작성 및 기록물 관리(22.9%), 3위는 유지관리 비용 확보(22.0%)로 꼽았다.³¹⁾ 즉, 서류작성 및 기록물 관리에 소요되는 높은 비용은 콜드체인 노드별 참여 주체의 식품관리를 소홀히 하게 만드는 요인으로 작용할 수 있다.

3) 온·습도 관리를 위한 인프라 및 표준안 미흡

신선식품은 온·습도에 민감하고 유통기한이 일반제품에 비해 짧으며 소포장 주문율이 높아, 생산단계에서 소비단계로 유통되기까지 품질을 유지하기가 까다롭다. 이러한 신선식품은 차량 및 컨테이너, 창고에서만 온·습도 관리가 필요한 것이 아니라, 콜드체인의 모든 단계에서 식품에 적합한 온도의 일정한 유지 및 실시간 모니터링이 필요하다.

하지만 현재 우리나라 식품콜드체인관리는 낙후된 인프라, 냉장·냉동창고 시설 부족, 높은 초기 투자 비용 등의 문제를 겪고 있다. 또한 식품 표면 온·습도 변화, 검역 시 제품의 부패 및 오염 정도 등에 대한 실시간 모니터링 및 관리가 어려운 실정이다. 특히 수출입되는 신선식품의 경우, 항만물류연계 문제 및 항만 인근 냉장·냉동창고 시설 부족 문제로 온·습도 관리가 더욱 어렵다.³²⁾ 즉, 식품의 입출고장,

30) JEWews(검색일: 2020. 12. 30)

31) Foodicon(검색일: 2020. 4. 3)

도크 등에서의 동선을 최적화해야 하며, 검·하역 시 유통차량의 문
개폐 전후, 운송 시 리퍼컨테이너 내부의 온·습도 변화 등을 실시간
으로 모니터링할 수 있는 인프라 구축이 필요하다.

법률상 상온·냉장·냉동·급속냉동 상품별 적정보관 온도를 규정하
고 있지만, 각 상품의 종류, 취급 장소, 시기, 물량 등과 같은 세부 조
건에 따른 통합적인 콜드체인 표준은 미흡한 실정이다. 이에 각 기업
별로 상이한 콜드체인 관련 업무 가이드에 따라 운영되고 있다. 기업
별 상이한 콜드체인 관리는 안정적인 품질을 보장하기 어려우므로,
각 제품에 따라 일정하게 유지되어야 하는 온·습도, 각 물류 단계별
행동규정 등에 대한 국가적 차원의 표준화가 필요하다.

4) 다원화된 관리부처 및 관리체계

식품의 이력추적관리제도는 축산물·수입축산물·농산물·수산물·가
공품 등 품목별로 관리기관 및 체계가 다원화되어 있다. 수산물은 해
양수산부, 농산물 및 축산물은 농림축산식품부, 식품의약품안전처
가공식품은 식품의약품안전처 등 관리기관이 다양하다. 축산물의 경
우, 사육·도축·포장처리·판매단계에 대한 지도감독은 각 시·도에서,
정보오류수정 DAN검사는 축산물평가원이, 포장처리·판매단계 지도
감독은 국립농산물품질관리원으로 단계별로 관리기관이 상이하다.

이렇듯 품목별로 관리기관 및 제도가 다양할 경우, 생산자·가공업자·
유통업자·소비자 등 제도를 활용하고자 하는 모든 참여자들이 혼란을 겪
을 수 있으며, 복잡한 행정처리로 불필요한 비용이 발생할 수 있다. 다음
〈표 2-3〉은 이력추적제도의 관리기관을 품목별로 구분한 것이다.

32) 신수용 외(2019), p. 32.

〈표 2-3〉 품목별 이력추적제도 비교(예시)

이력추적제도		농산물	축산물	수입축산물	수산물	가공식품
도입시기		2005	소: 2007 돼지: 2014 닭·오리·계란: 2018 (시범사업)	2018	2008	2008
관 리 기 관	정부 부처	농림축산 식품부 (국립농산품질 관리원)	농림축산 식품부 (농림축산 검역본부, 국립농산품질 관리원)	농림축산 식품부, 농림축산검역 본부	해양수산부 (국립수산물질 관리원)	식품의약품 안전처
	공공 기관	-	축산물품질 평가원	축산물품질 평가원	-	식품안전 정보원
대상 품목		농산물	국내소/돼지 국산축산물	수입쇠고기, 수입돼지고기	국산수산물 (원양산 포함)	가공식품
이력추적단계		생산, 유통, 판매	사육, 도축, 포장처리, 유통, 판매	수입, 포장, 유통, 판매	생산, 유통, 가공, 판매	제조, 가공, 유통, 판매

자료: 저자 작성

5) 이력추적시간 단축 필요

신선식품은 외부환경에 민감하게 반응해 다른 제품군에 비해 외부 환경에 영향을 많이 받아 변질의 위험도가 크다. 특히 식품은 국민 건강과 직결되기 때문에 변질 및 부패 등 문제가 발생했을 때 신속하게 역추적할 수 있는 방안 마련이 필요하다. 이에 정부는 어느 단계에서 문제가 발생했는지, 정확하게 어떤 문제인지 역추적이 가능하도록 이력시스템을 구축했다. 다만, 신고자가 5일 이내에만 신고를 하면 되게끔 규정했기 때문에 역추적시간이 평균 6일 정도 소요된다³³⁾. 식품의 변질, 부패 등과 같은 문제를 해결하기 위해서는 ‘신속성’이 중요하다. 신속하게 이력을 역추적할 수 있어야 상품의 신속한

33) 축산물품질평가원 남승엽 과장, 이정용 처장(2020. 9. 17.. 대한민국 세종)

회수가 가능하며, 안전한 다른 유통 루트를 확보하여 안정적 공급이 가능하기 때문이다.

6) 낮은 소비자 신뢰도

김상호 외(2018)는 소비자들의 '농식품 표시정보'에 대한 신뢰도가 낮으며, 이를 개선을 위한 지속적인 노력이 필요하다고 지적하고 있다. 농식품 표시정보에 대한 소비자 신뢰도가 2013년 3.20점에서 2017년 3.53점으로 소폭 증가하긴 했으나, 전반적인 신뢰도 수준은 높지 않은 것으로 조사되었다. 소비자의 65.8%는 '표시가 너무 많아 믿음이 가지 않아서'를 낮은 신뢰도의 이유라고 응답했으며, 59.1%는 '품질인증업체에 대한 관리가 제대로 이루어지지 않기 때문'이라고 응답했다. 또한 '부실한 인증관리로 인한 농식품 사고 보도'도 소비자 신뢰도에 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었다.³⁴⁾

제2절 블록체인 기술 정의 및 특징

1. 블록체인 기술 정의

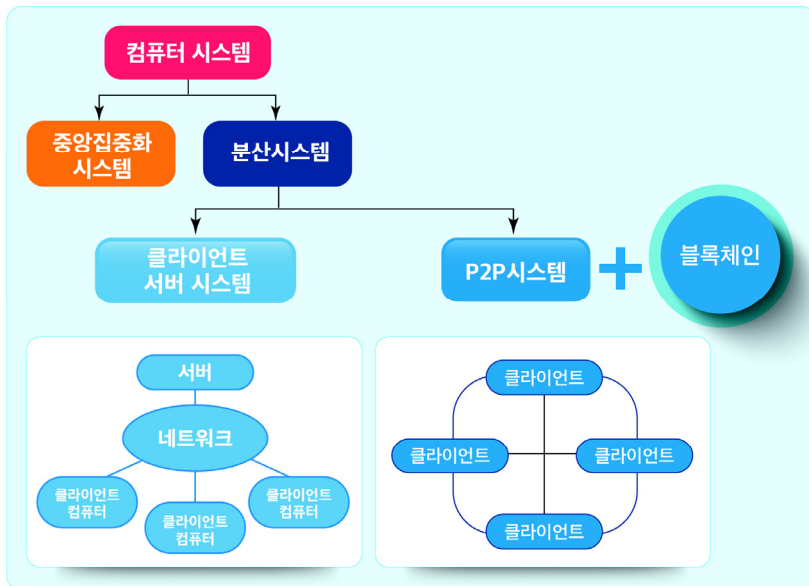
블록체인은 사토시 나카모토³⁵⁾가 2009년 개발한 기술로 알려져 있으며, 이 기술을 활용해 최초의 암호화폐인 비트코인을 개발했다. 블록체인을 설명하기 위해서는 컴퓨터 시스템의 종류를 먼저 이해해야 한다. 컴퓨터 시스템은 중앙집중화 시스템(Centralized system)과 분산 시스템(Distributed system)으로 나뉜다. 중앙집중화 시스템은

34) 김상호 외(2018), p. 114.

35) 사토시 나카모토는 블록체인을 활용한 비트코인의 개발자이며, 그 외 정보는 공개되어있지 않음.

데이터가 한 곳에 집중되어 관리가 용이한 시스템이다. 반면, 분산시스템은 클라이언트(개인)들을 네트워크로 연결해 상호커뮤니케이션이 가능한 시스템으로 클라이언트 서버(Client-Server)와 P2P(Peer-to-Peer)시스템으로 구분된다. 클라이언트 서버는 네트워크를 이용해 여러 개의 클라이언트가 데이터베이스를 활용할 수 있는 시스템이다. P2P시스템이란, 개별 컴퓨터들로 구성된 분산 소프트웨어 시스템으로, 예를 들어 A 컴퓨터에 저장된 파일이 다른 사용자와 공유되어 B 컴퓨터에서도 다운로드를 할 수 있는 체계이다. 즉 블록체인은 이 P2P시스템의 무결성을 확보할 수 있도록 도와주는 기술이다.

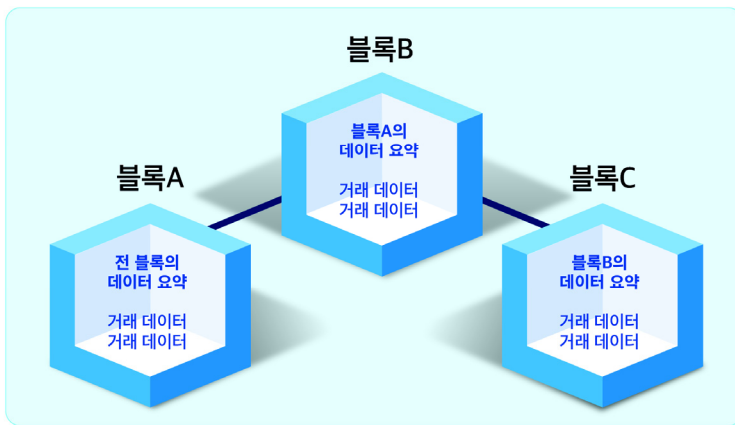
〈그림 2-11〉 컴퓨터 시스템 종류



자료: 저자 작성

간단하게 정의하자면, 블록체인 기술이란 클라이언트 간에 오가는 거래기록을 분산된 장부에 암호화해 공유하는 기술이다. 특히 공유할 때 데이터를 인위적으로 변경할 수 없도록, 그 전 블록에 들어 있는 데이터 요약 내용과 새로운 거래 데이터 내용이 함께 들어 있는 블록들을 서로 체인처럼 연결하는 기술이다.

〈그림 2-12〉 블록체인 개념



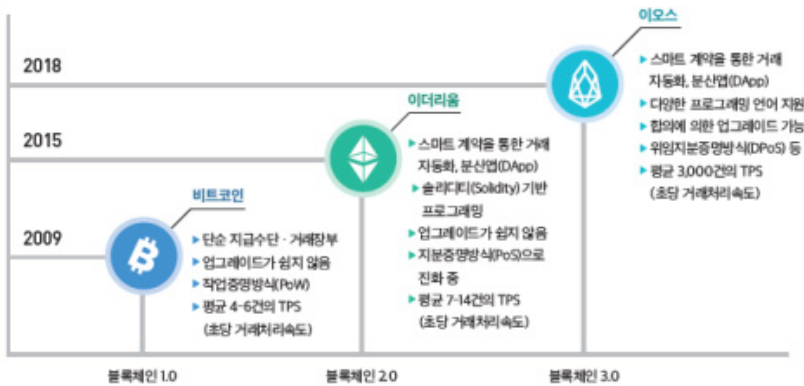
자료: 저자 작성

2016년 세계경제포럼에서 4차산업혁명의 주요 기술로 블록체인을 처음 지목했고, 2017년 가트너(Gartner)와 딜로이트(Deloitte) 역시 기술 트렌드 중 하나로 블록체인을 선정했다. 이처럼 전 세계적으로 블록체인에 대한 관심이 높아지면서, 우리나라 또한 2017년 비트코인 투기 현상으로 인해 그 원천 기술인 블록체인이 대중에게 알려지게 되었다. 그 이후 우리나라 블록체인 시장규모는 꾸준히 성장하여 2019년 약 846억 원 수준이며, 2022년에는 약 3,562억 원 수준에 도달할 것으로 전망된다.³⁶⁾

36) 정보통신산업진흥원(2019), p. 2.

P2P기반 암호화폐 중심의 서비스를 제공하는 1세대, 고도화된 블록체인 기술을 활용한 스마트 계약(Smart Contract)³⁷⁾기술을 기반으로 한 자동지급 결제서비스를 제공하는 2세대를 거쳐 타 산업과의 융합 발전 및 활용분야 확대 단계인 3세대 블록체인은 현재 진행 중이다.

〈그림 2-13〉 블록체인의 진화 과정



자료: 이제영(2018), p.32

2. 블록체인 기술 특징

1) 블록체인의 유형

블록체인은 네트워크 참여시 사전 승인 필요 유무에 따라 무허가형과 허가형으로 구분된다. 무허가형 블록체인은 관리자의 허가 없이 불특정 다수가 네트워크에 참여 가능하다. 반대로 허가형은 네트워크 참여시 승인이 필요하다. 블록체인은 유형에 따라 컨센서스 알고리즘, 규칙변경, 거래 속도 등이 상이하다.

37) 비탈릭 부테린의 구현한 스마트 계약(Smart Contract)은 자동계약시스템으로 계약조건이 만족되면 바로 계약이 성사됨.

〈표 2-4〉 블록체인의 유형

구분	무허가형	허가형	
플랫폼 유형	퍼블릭 블록체인	프라이빗 블록체인	컨소시엄 블록체인
참가자	불특정 다수	특정 참가자	
관리주체	참가자(다수)	중앙기관	참가자(소수)
수수료	필수	필요하지 않거나 거의 없음	
소프트웨어 업그레이드	어려움	쉬움	쉬움
규칙변경 가능 유무	규칙 변경 어려움	중앙기관의 의사 결정에 따라 규칙 변경 쉬움	상대적으로 참가자의 수가 적어 규칙 변경이 비교적 쉬움
거래 속도	느림	빠름	빠름
사례	비트코인, 이더리움, 이오스(EOS) 등	하이퍼리거(Hyperledger), 코다(Corda), 리플(Ripple)	링크(Linq)

자료: 오키나 유리 외(2018), p.34; 한국농촌경제연구원(2019), p.5 자료를 토대로 저자 작성

퍼블릭 블록체인(무허가형)의 경우 제3자의 허가 없이 누구나 참여할 수 있지만, 개인정보 없이 계좌를 만들 수 있기 때문에 신원파악이 필요한 금융시장과 맞지 않는다는 단점을 가지고 있다. 반면, 프라이빗 블록체인(허가형)은 거래 속도가 빠르며, 신뢰할 수 있는 참가자들만 입장할 수 있기 때문에 검증 과정이 간단하다. 다만, 중앙기관이 관리를 한다는 점은 기본 블록체인의 컨셉과 맞지 않는 부분이 있다. 컨소시엄 블록체인(허가형)의 경우, 신뢰할 수 있는 참가자(기업, 단체 등)들만 입장이 가능하며 거래 속도가 빠르다. 또한 기관 간 직접 거래함으로써 제3자에 대한 수수료 및 시간을 단축할 수 있다.

2) 블록체인 기술의 장점

(1) 데이터의 신뢰성 확보

블록체인은 블록을 사슬처럼 엮어 만든 데이터 구조로 바로 전 블록의 데이터와 연결이 되어 있다. 따라서 과거의 거래 내용을 조작하기 위해서는 연결된 모든 블록에 저장된 거래 내용을 변경해야 한다. 즉, 거래 정보가 공유됨과 동시에 분산되어 있어 변조·탈취 등 해킹 위험도가 낮다. 특히 허가형 블록체인일 경우 신뢰할 수 있는 참가자만 네트워크에 입장이 가능함에 따라 정보 유출 위험이 낮다. 모든 참가자는 과거로부터 데이터가 어떻게 추가되었는지 확인이 가능하여 정보의 신뢰성도 확보할 수 있다.

(2) 오류에 대한 신속한 대처 가능

분산형 네트워크 시스템인 블록체인은 데이터를 참가자 모두에게 공유하기 때문에 일부 노드가 작동하지 않아도, 다른 노드에서 데이터를 다운받아 거래를 추진할 수 있다. 즉, 다운타임 없이 거래가 안정적으로 진행될 수 있다. 또한 중앙 데이터베이스에 모든 데이터를 저장하는 것보다 블록체인을 통해 분산 저장하는 것이 데이터 손실에 대한 위험이 낮다.

(3) 거래비용 및 시간 단축

블록체인은 IT비용 및 인건비 등 대규모 인프라를 필요로 하지 않기 때문에 비용을 절감할 수 있다. 또한 거래 정보나 인증을 위한 제 3의 역할을 하는 중앙서버가 필요 없기 때문에 상대적으로 처리 시간이 단축되고 비용이 절감되는 부분이 있다. 예를 들면, 블록체인을 기반으로 한 국제송금시스템을 사용할 경우, 현 시스템처럼 금융기

관과 중개자를 경유하지 않아도 되기 때문에 중개수수료를 절감할 수 있으며 시간 또한 단축될 수 있다.

다만 비용 절감이나 시간 단축에 있어서 부정적인 의견 또한 존재한다. 새로운 블록이 추가되기 위해서는 모든 블록의 암호화 확인 절차가 요구되기 때문이다. 즉, 중앙서버가 없는 대신 암호화 확인 절차가 필요하기 때문에 효율적이지 못할 수 있다.

(4) 4차 산업혁명 기술과의 융합 가능성

2016년 세계경제포럼에서 처음 사용된 4차 산업혁명의 특징은 ‘탈중화’, ‘공유’, ‘융합·통합’이며, 이를 실현시킬 핵심기술로는 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 로봇공학, 무인 운송 수단(무인 항공기, 무인 자동차), 3차원 인쇄(3D 프린팅), 블록체인, 가상현실, 드론 등이 있다.

IBM은 핵심기술 중 블록체인 플랫폼과 AI, IoT 기술을 접목시킨 새로운 공급망 서비스인 SSCS(Sterling Supply Chain Suite)를 발표했다. SSCS는 IoT 센서 시스템을 통해 실시간 위치 정보를 블록체인에 저장하여, 블록체인 네트워크 참여자에게 상품을 실시간으로 추적할 수 있는 서비스를 제공한다. 또한 기존 공급망 네트워크에서는 대부분 EDI(Electronic Data Interchange) 시스템과 종이를 이용해 P2P로 통신하고 있으나, 블록체인과 AI, IoT기술과 결합하게 될 경우 모든 거래를 네트워크상에서 완료할 수 있게 된다. 즉, 기술 간 융합을 통해 기술 A의 한계점을 기술 B로 보완하는 방식으로 완성도 높은 플랫폼을 형성할 수 있다.

(5) 공평한 정보 공유

금융감독원이 정의한 블록체인이란 거래 데이터를 증장집중형 서버

에 기록·보관하는 기존 방식과 달리, 거래 참가자 모두에게 내용을 공유하는 분산형 디지털 장부를 의미한다. 즉, 참가자 모두 공평하게 동일한 정보에 접근할 수 있는 기회가 주어진다. 예를 들어, 화주·선사·세관·은행·항만운영사 등 이해관계자들이 선하증권, 신용장 등 물류 관련 서류를 블록체인 기반으로 공유할 수 있다. 특히 공공분야에 블록체인 기술을 접목시킬 경우 정보의 공공성을 더욱 제고할 수 있을 것이다.

제3절 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 도입

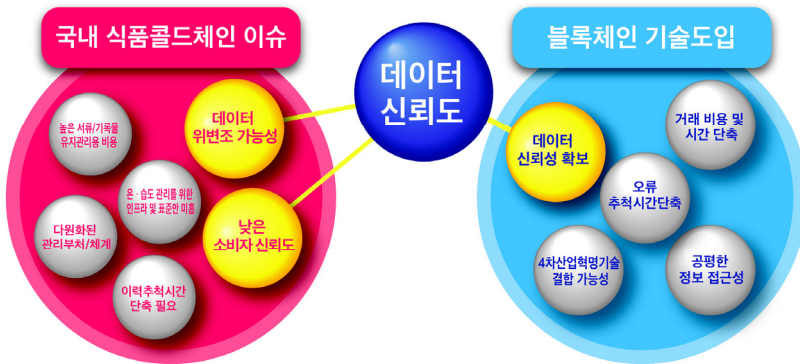
1. 필요성

제1절에서 살펴본 우리나라의 여섯 가지 식품콜드체인 운영 및 관리부분 이슈 중 ‘데이터 위변조 가능성’, ‘낮은 소비자 신뢰도’는 데이터 자체의 신뢰도가 확보되지 않아 발생하는 문제이다. ‘높은 서류 및 기록물 유지관리 비용’, ‘다원화된 관리부처/체계’, ‘이력추적시간 단축 필요’ 등은 행정적 이슈로 구분할 수 있다. 마지막으로 ‘온·습도 관리를 위한 인프라 및 표준안 미흡’은 식품 품목별 연구를 바탕으로 한 제도 수립에 대한 것이다. 즉, 국내 식품콜드체인의 문제점을 해결하기 위해서는 첫째, 데이터의 신뢰도 제고 및 둘째, 행정 구조 및 절차(거버넌스, 법·제도, 표준안 등)의 개선이 필요하다.

제2절에서 살펴본 것과 같이 블록체인 기술은 데이터의 신뢰도를 보장하는 기술로서 다양한 분야에서 적극적으로 사용되고 있다. 본 연구에서도 블록체인 기술을 기반으로 한 식품콜드체인 체계를 정의하고, 이와 함께 행정적 구조를 개선하기 위한 정책제언을 제안하고

자 한다. 식품콜드체인의 적절한 관리체계 구축은 국민의 건강과 직결될 뿐 아니라 저탄소 경제를 추구하는 정부의 그린 뉴딜에 부합하는 중요한 사업 분야로 블록체인 기술 도입을 통해 보다 정밀한 관리가 필요하다.

〈그림 2-14〉 국내 식품콜드체인 이슈 및 블록체인 기술의 도입 필요성



자료: 저자 작성

1) 식품이력 데이터의 신뢰성 확보

기존 식품이력추적제도는 등록, 인증신청 등 단계별 요구되는 종이 문서를 제출해야 한다. 이 과정에서 축산물 생산·제조·판매업체가 고의적으로 종이 문서를 위변조할 가능성이 발생한다. 실제로 거래 내력서를 위조해 냉동육을 냉장육으로 판매하거나 유통기한을 자체적으로 연장해 판매하려던 제조·판매업체를 적발한 사례가 있다.³⁸⁾

반면 블록체인 기술은 데이터를 분산 저장하기 때문에 네트워크에 참여하는 참가자들이 검증할 수 있어 위변조가 불가하다. 이러한 점은 거래의 투명성을 높이는 동시에 소비자의 신뢰도 역시 제고할 수

38) 뉴스포털(검색일: 2020.6.21.)

있다. 소비자가 앱을 통해 식품의 생산, 가공, 유통, 판매단계까지의 정확하고 세부적인 정보를 확인할 수 있기 때문이다. 이러한 과정을 통해 안전한 먹거리 생태계를 구현할 수 있다.

2) 식품 오염 발생 시 신속한 추적가능

현재 축산물 이력제도는 사육(출생, 양도·양수, 폐사), 포장(부위별 포장) 등 단계별 이력 정보를 5일 이내에 신고하도록 규정하고 있다³⁹⁾. 이는 신고 전 축산물에 대한 위생 문제 발생 시 신속한 이력정보 추적을 저해하는 요소로 작용한다.⁴⁰⁾

지난 2019년 과학기술정보통신부와 농림축산식품부가 공동으로 수행한 블록체인 기반 축산물 이력관리시스템 구축 시범사업에서는 블록체인 기술을 이력제에 적용하였다. 시범사업은 블록체인 플랫폼에 신고 내용, 실물 포장단위의 정보를 실시간으로 수집·저장함으로써, 위생 및 안전문제 발생 시 유통과정 추적시간을 10분 이내로 단축할 수 있음을 보였다.⁴¹⁾

3) 거래 효율성 제고

기존 이력추적관리시스템은 품질인증 신청서, 신청 품목의 생산계획서, 신청 품목의 제조공정 개요서 등 단계별 각종 증명서를 제출해야 한다. 등록 신청 접수 후 심사 및 심사보고를 받기까지 최대 3개월이 소요된다. HACCP의 경우, 감독기관의 인적·물적 자원의 부족 문제로 인해 식품위해사고가 꾸준히 발생했으며, 특히 전문인력 부

39) 축산물 이력제(검색일: 2020. 8. 27)

40) 농림축산부(검색일: 2020. 8. 27)

41) 농림축산부(검색일: 2020. 8. 27)

족 문제로 심사하는데 시간의 제약을 받고 있다. 신청 시 서류 준비 비용 및 시간까지 고려하면, 우수관리인증기관으로 적합 판정받기까지 오랜 준비 시간이 필요하다. 또한, 유통·판매 단계에서 이뤄지는 계약 및 정산은 수기로 이루어져, 서류 작업에 많은 시간을 할애해야 한다는 애로사항이 있다.

하지만, 블록체인 기반 축산물 이력관리 시스템을 구축하면 인증부터 유통 단계별 이력 정보와 증명서 및 계약서를 블록체인에 저장하여 인증기관, 생산자, 유통사, 판매자, 소비자까지 모두 공유함으로써 시간과 비용 모두 절감할 수 있어 거래 효율성을 제고할 수 있다. 또한, 현재 수기로 관리하고 있는 식품제조업체의 HACCP 운영기록 관리를 자동화하는 환경을 구축해 인적, 물적 자원의 한계를 극복할 수 있다.⁴²⁾

4) IoT·블록체인 결합 기술로 실시간 온·습도 모니터링 가능

소비자의 소득이 향상되고 안전한 먹거리를 선호하는 의식이 증가했으며, 식품 구매에 있어 편리함을 추구하는 소비자들이 증가하고 있음에 따라 신선식품에 대한 소비가 증가하고 있다. 또한, 해외 콜드체인 식품 소비가 증가하면서, 우리나라 농수산물식품의 수출 또한 지속적으로 증가하고 있다. 그럼에도 불구하고, 현재 온·습도 관리가 미흡해 국내 축산물의 수확 및 유통 과정 중 약 30~40%가 손실되고 있으며, 이들 손실되는 이유 중 온도관리 부주의에 의한 제품 손실 발생률은 10~20%나 된다.⁴³⁾ 또한, 특정 상품이 집중적으로 수입되는 시기에 검역·통관이 지연됨에 따라 온도에 영향을 많이 받는 신선식품의 경우 품질 유지가 어려울 수 있다.

42) 식품의약품안전처(2018), p.3.

43) 김완석 외(2019), p. 17.

장시간 운송되는 신선식품의 보관 최적화와 선도 유지를 위해서는 온·습도를 실시간으로 모니터링하고, 위치 데이터를 전송해주는 IoT 기술과 실시간 유통정보를 안전하게 공유할 수 있는 블록체인 기술이 필요하다.

5) 블록체인 기술기반 콜드체인 제품 관리 시스템 단일화

우리나라는 수산물, 농산물, 축산물 등 식품에 따라 관리부처가 상이하다. 즉, 가공식품은 식품의약품안전처, 농축산물은 농림축산식품부, 수산물은 해양수산부 등 품목별로 관리기관이 다원화되어 있다. 따라서 품목별 온·습도에 대한 표준과 통일된 관리시스템이 부재하여 소비자뿐만 아니라 생산자, 유통업자, 판매자 모두 행정적 혼란 및 비용을 유발할 수 있다.

이러한 문제는 에스토니아의 블록체인 기반 공공서비스 제공 사례와 같이 관련 기관, 기업, 소비자 등 다양한 주체가 동일한 정보에 공평하게 접근할 수 있는 하나의 블록체인 플랫폼을 구축해, 모든 거래 및 유통이력 데이터를 관리하는 방식으로 해결할 수 있다.

2. 국내외 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 적용사례

국민 건강과 직결되는 식품의 품질 및 이력관리에 있어 정보의 신뢰성, 공정성 등의 가치가 강조되고 있으며, 이에 블록체인 기술을 기반으로 한 식품관리 플랫폼의 개발이 국내외에서 가속화되고 있다.

우리 정부는 국내 블록체인 기술 관련 산업을 활성화하기 위해 다양한 분야에서 시범사업을 수행하고 있다. 농축식품 부문에서는 축

〈표 2-5〉 국내외 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 적용사례

구분	사업명	주요 내용
국내	블록체인기반 축산물 이력관리시스템 구축 시범사업	• 과학기술정보통신부-농림축산식품부-한국인터넷진흥원-전라북도-농심 NDS, 쇠고기 이력정보 추적을 위한 시스템
	블록체인기반 친환경 농산물 유통플랫폼 및 서비스 구축사업	• 한국정보화진흥원-전라남도-LG CNS, 친환경 농산물의 이력관리 및 직거래 서비스 구축을 위한 플랫폼
	블록체인기반 노지작물 생산유통·관리 플랫폼 구축사업	• 농촌진흥청, 콩의 이력정보 관리를 위한 시스템
	블록체인기반 식품안전 데이터 플랫폼 구축사업	• 식품의약품안전처, 수입식품의 위생증명서 진위 여부, 원료정보 등을 확인할 수 있는 플랫폼
중국	블록체인기반 돼지고기 이력추적시스템	• 월마트-IBM-칭화대, 중국산 돼지고기의 이력추적(생산-소비)을 위한 시스템
	수입식품 추적 시스템	• 징둥닷컴-호주 육류도매업체 InterAgri사, 중국에 수입하는 육류 제품 추적을 위한 시스템
일본	블록체인기반 유기농산물 품질검증 플랫폼 구축사업	• 이노랩-아야초 지자체, 유기 농산물 이력 추적을 위한 플랫폼
	블록체인기반 지비에 개체관리 시스템	• 지비에진흥협회, 야생조수 고기류인 지비에 고기의 유통경로 추적을 위한 시스템
미국	블록체인기반 FoodTrust 플랫폼	• IBM-월마트 등, 각종 식재료의 원산지 증명, 배송이력 트래킹 등을 추적하기 위한 시스템
	신선 채소 이력추적시스템	• 스위트그린, 채소의 이력, 온도 추적을 위한 시스템
네덜란드	블록체인기반 오렌지주스 이력추적시스템	• 알버트하인-레프레스코, 오렌지주스 이력 및 당도를 확인하기 위한 시스템
프랑스	블록체인기반 까르푸 퀄리티 라인 시스템	• 까르푸, 20여 개 식품의 이력 및 배송이력 트래킹을 위한 시스템

자료: 저자 작성

산물, 친환경 농산물, 노지 작물, 식품안전데이터 등에 대한 시범사업이 추진되고 있으며 주로 이력정보 관리에 대한 것이다⁴⁴⁾(〈표 2-5〉 및 〈부록2〉참조). 식품안전데이터 플랫폼 구축사업은 수입식품에 대한 것으로 해외현지, 통관, 국내유통 등 전 단계에서의 수입식품 안정성을 제고하기 위한 것이다.

중국, 일본, 미국, 네덜란드, 프랑스 등 많은 국가들이 블록체인 기술을 기반으로 한 식품이력추적 플랫폼을 개발 및 운영 중이다. 중국 수출입 식품에 대한 식품 안정성 문제가 제기되면서 블록체인 기술을 활용한 중국산 돼지고기 및 호주산 육류에 대한 이력추적 시스템을 개발 및 운영 중이다. 미국 IBM의 FoodTrust 및 프랑스 까르푸 플랫폼은 다양한 식품 품목에 대해 식품이력 뿐 아니라 배송이력 트래킹 정보 또한 제공하고 있다(〈표 2-5〉 및 〈부록2〉참조).

44) 축산물이력관리시스템 구축 시범사업, 친환경 농산물 유통플랫폼 구축사업은 2019년도에 수행, 노지 작물 생산유통·관리 플랫폼 구축사업, 식품안전데이터 플랫폼 구축사업은 2020년도에 수행 중임. (자료: 식품의약품안전처(2018))

제 3 장

식품콜드체인 체계 구축을 위한 품목 분석 및 도출

제2장에서는 국내 식품콜드체인 관리현황 조사를 통해 ①데이터 위변조 가능성, ②낮은 소비자 신뢰도, ③높은 서류 및 기록물 유지 관리 비용, ④다원화된 관리부처/체계, ⑤이력추적시간 단축 필요, ⑥온·습도 관리를 위한 인프라 및 표준안 미흡 등 여섯 가지 이슈를 도출하였다. 해당 이슈는 크게 ‘데이터 신뢰도(①,②)’, ‘행정 구조 및 절차(③,④,⑤,⑥)’ 개선을 통해 해결할 수 있으며, 특히 본 연구에서는 데이터 신뢰도를 확보하는 방안으로 블록체인 기술을 식품콜드체인 체계에 적용하는 방안을 제안하였다.

식품은 품목별 공급망 구조 및 적절한 콜드체인 관리 시스템이 상이하므로 일반화된 체계를 수립하는데 어려움이 있다. 따라서 제3장에서는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 대상품목을 선정하고자 한다. 한 가지 품목에 대한 구체적인 연구를 통해 향후 체계구축에 대한 일반화된 논의도 가능할 것으로 기대된다.

제1절 대상 품목 선정기준 및 방법

1. 대상 품목 선정기준

식품콜드체인 관리 대상은 일반적으로 농산물, 수산물, 축산물, 가공식품 등으로 구분할 수 있다. 농산물은 곡류·두류, 서류·근대류, 엽채·조미채소류, 과채류, 과일류로 크게 구분할 수 있다.⁴⁵⁾ 농산물은 각 분류별로 유통경로 및 주체가 다양하게 구성되어 있다. 엽근채류, 과채류, 조미채소류, 과일류를 종합한 청과물이 농산물 유통 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는데, 이 중에서도 저장성, 소비지역에 따라 유통과정 및 경로가 다르다. 조미채소, 과일류 등 저장성이 높은 품목은 산지와 도매 과정에서 저장, 가공 등으로 유통경로가 복잡한 반면, 엽근채류, 과채류 등 저장성이 낮은 품목은 산지 및 도·소매 유통 비중이 높다.⁴⁶⁾ 농산물은 유통과정뿐만 아니라 품목별로 적정 저장 온도, 상대습도, 에틸렌생성 및 민감성이 다양하다는 특징이 있다. 예를 들어, 딸기는 0~4℃, 참외는 5~7℃, 오이나 가지와 같이 저온에 민감한 품목은 10~12℃가 적정온도이다. 습도의 경우 대부분의 과채류는 90~95%의 습도를 유지하는 것이 좋으나, 파프리카는 95~98%의 습도를 유지하는 것이 적절하다. 온도와 습도 외에도 에틸렌 민감도가 높은 과채류는 에틸렌을 많이 생성하는 품목과 혼합저장 되지 않도록 해야 한다.

축산물은 유가공품, 식육가공품 및 포장육, 알가공품으로 구분되며, 쇠고기와 돼지고기는 도축과 등급판정을 거치고, 닭고기는 도계

45) 한관순(2015), p.72.

46) 한국식품콜드체인협회(2018), p.67.

하여 원형 또는 부위육으로 거래된다. 도축 후에는 살수, 예냉, 냉도체의 과정을 거쳐 냉장·냉동하게 되는데, 해당 품목들은 「축산법」과 「축산물위생관리법」에 의해 비교적 엄격하게 관리되고 있다. 「축산물위생관리법」 및 「축산물의 가공기준 및 성분규격」에서는 식육가공품⁴⁷⁾과 알가공품⁴⁸⁾의 생산과 운송과정의 적정 온도를 규정하고 있다. 상기의 내용을 위반하였을 경우에는 축산물 안전관리인증(HACCP)이 취소되거나 행정처분을 받을 수 있음을 정하고 있다.

수산물의 경우 「농수산물 품질관리법」, 「수산물 유통관리의 지원에 관한 법률」, 「식품위생법」 등에 의하여 식품안전성을 확보하고 있다. 다만, 수산물은 어류, 갑각류, 패류, 해조류 등 분류가 다양하고, 동일 분류 안에서도 다양한 어종이 계절적으로 공급됨에 따라 비교적 품질관리나 규격화가 어려운 특징이 있다. 또한 활어, 선어, 냉동어 등 형태나 연근해, 원양, 양식 등 생산지에 따라 유통주체 및 경로가 다양한 것을 특징으로 들 수 있다.

식품콜드체인 관리 대상인 농산물, 수산물, 축산물, 가공식품 등은 적정 관리구조, 온도·습도·에틸렌민감도 등이 상이하므로 한 가지의 일반화된 콜드체인 체계를 제시하는데 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 한 가지 품목을 선정하여 이에 대한 콜드체인구조, 이력추적제도, 적정 품질관리를 위한 조건 등을 종합적으로 고려하고자 한다. 한 가지 품목에 대한 심층적·실증적 연구는 체계의 실효성을 제고시킴으로써 유사 성질을 가진 품목뿐 아니라 타 품목으로의 적용에도 유용할 것으로 판단된다.

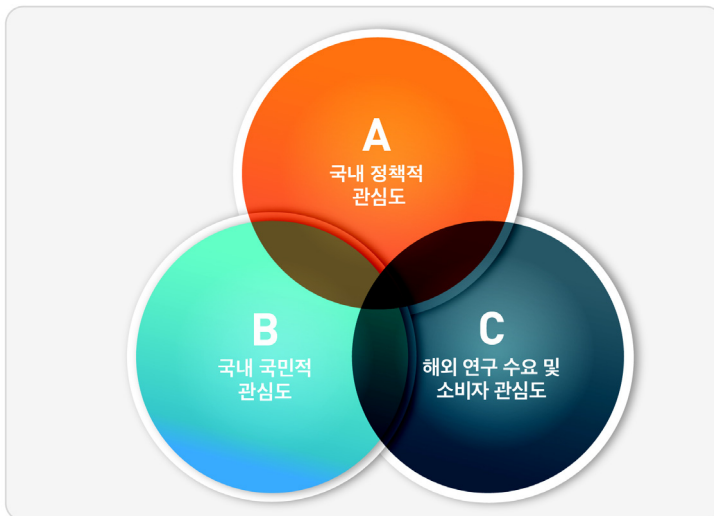
본 연구의 목적은 블록체인 기술을 기반으로 한 식품콜드체인 체

47) 양념육 및 분쇄가공육제품, 햄류·소시지류·베이컨류, 갈비가공품, 건조저장육류, 식육추출가공품

48) 전란액·난백액·난황액, 알 가열성형제품, 염지란

계를 구축하고 이에 대한 기대효과를 제시함으로써 정부에게는 플랫폼 구축 및 운영의 필요성, 콜드체인 노드별 주체에게는 플랫폼 참여 유인을 제공하는 것이다. 이러한 인프라(하드웨어, 소프트웨어) 개발은 국가 및 기업이 성장하고 있는 식품콜드체인시장을 선점할 초석을 할 것으로 기대된다. 따라서 해당 목적을 달성하기 위한 케이스 스터디 대상 품목은 A.정부의 정책적 니즈뿐만 아니라 B.국민적 관심도를 동시에 충족하는 품목으로 참여 주체를 유인하기에 적절해야 하며, 시장성 확보를 위해 C.해외에서의 관심도 또한 높은 수준이어야 할 것이다. <그림 3-1>은 이를 도식화 한 것이다. 국내 정책적(A), 국민적(B) 관심도를 바탕으로 품목을 선정한 후, 이를 대상으로 해외 연구수요 및 소비자 관심도(C)가 높은 품목을 최종적으로 선정하였다. 본 연구에서는 이를 확인하기 위해 빅데이터 분석(Big data analysis) 방법을 활용하였다.

〈그림 3-1〉 연구대상 품목 선정 요건 및 선정



자료: 저자 작성

2. 대상 품목 선정방법-빅데이터 분석

1) 선행연구 검토

4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 정형화된 데이터뿐 아니라 메타정보, 센서 데이터, 공정 제어 데이터 등 비정형 데이터를 분석할 수 있는 기술과 방법론이 개발되었다. 대표적인 방법인 빅데이터 분석법은 개인이 소셜미디어에 게재하는 텍스트 기록물, 국내 주요 이슈를 보도하는 언론사 정보 등에 대한 분석을 가능하게 하여 트렌디한 소비자 분석, 정부 정책수요 도출, 기업 마케팅자료 등에 적극적으로 활용되고 있다.

이에 민간 및 공공부문에서는 다양한 형태의 빅데이터 분석 플랫폼을 제공하고 있다. 대표적인 인터넷 서치기업인 다음, 네이버, 구글 등은 자사의 서치데이터를 기반으로 빈도 분석, 트렌드 분석 등을 할 수 있는 다음 소셜메트릭스, 네이버 트렌드, 구글 트렌드 등을 제공하고 있다. 한국정보화진흥원에서는 빅데이터 분석활용센터를 설립하여 중소기업이 빅데이터 분석 인프라를 적극 활용할 수 있도록 하고 있다.

미국, 영국, 프랑스, 스웨덴, 네덜란드, 호주 등의 국가에서는 공공 빅데이터를 국민들에게 개방하고 있으며, 이를 적극적으로 활용하여 정책 수립의 근거로 활용하고 있다. 미국 통계청에서는 ‘HUD USER’ 사이트를 운영하고 있으며, 이를 통해 금융·근린정보·인구정보·주택 관련 정보 등을 제공하고 있다. 또한 2015년 EU 집행위원회 산하 연구혁신국(Research & Innovation)은 민·관·학과 공동으로 ‘Big Data Europe 프로젝트’에 착수했으며, 2018년도에 이를 완성하였다. 이들은 기후, 에너지, 식품, 건강, 운송, 안보 및 사회 과학 분야의 빅데이

터 플랫폼을 구축하였다.

국내에서도 정부3.0을 바탕으로 빅데이터를 수집 및 관리하며, 이를 정책 수립에 활용하고 있다. 국토연구원은 2013년에 빅데이터를 활용한 국토정책반응 모니터링 및 정책수요 예측방안 연구를 수행하였다. 해당 연구에서는 소셜미디어를 포함한 다양한 데이터의 분석이 정책에 대한 국민의 의견 파악 및 정책수요 도출에 용이하다는 점을 보였다. 다만, 민간과 공공 데이터를 연계하여 분석하는데 어려움이 있었음을 연구의 한계점으로 꼽았다.

한국환경정책·평가연구원이 2014년에 진행한 빅데이터를 활용한 환경분야 정책수요 분석 연구에서는 빈도 분석, 감성 분석, 연관어 분석, 네트워크 분석 방법을 검토하였다. 해당 연구는 빅데이터 분석은 국민들의 인식에 대한 기초적인 정보를 제공하는데 의의가 있으며, 향후 다른 데이터와 연계하여 분석하였을 때 보다 심층적이고 다채로운 분석이 가능할 것으로 판단하였다.

에너지경제연구원 또한 2015년 소셜 빅데이터 분석을 통한 연구사업 전략개발을 진행하였다. 해당 연구에서는 원내 시스템인 에너지경제 지식분류체계와 에너지 경제 통계 작성에 쓰이는 요소들, 전미경제학회(American Economic Association)의 JEL(Journal of Economic Literature) 분류체계, 온라인 백과사전 ‘위키피디아(Wikipedia)’ 등을 활용하여 지식체계를 분석하였다. 데이터 마이닝 기법을 활용하여 결과를 도출하였으며, 에너지 분야별, 이슈별로 감성 분석, 빈도 분석 등을 수행하여 동향을 분석하였다.

한국과학기술기획평가원은 유망기술을 매년 선정하고 있다. 2015년 이후부터는 블로그·카페, 트위터 및 뉴스 문서를 수집하고 토픽 모델링 기법을 적용하여 미래 이슈를 도출하였다. 이후 전문가 의견

을 거쳐 도출된 미래 이슈를 기반으로 특허문서의 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 유망기술을 선정하고 있다. 다만, 2020년에는 텍스트 마이닝을 활용한 소셜네트워크 빅데이터 분석 대상인 데이터 수집 및 분석에 연구자의 관점에 따른 주관적 해석이 포함될 여지가 있다고 판단하여 동향조사와 같은 정량적 분석으로 대체하였다.

또한 한국해양수산개발원에서는 해양수산부문 빅데이터 생태계 조성을 위한 ‘해양수산 빅데이터 플랫폼 및 센터 구축 사업’을 2020년부터 2022년까지 3개년 간 수행할 예정이다.⁴⁹⁾ 이는 해양수산분야에 분산되어 있는 데이터 활용도를 제고함으로써 포스트 코로나 시대를 대비하는 ‘한국판 뉴딜’을 실현하고, 혁신 서비스를 통한 신성장 동력 발굴을 목표로 한다. 세부 사업분야는 해운(해상운송, 선박제조), 해양(해양공간, 해양환경), 관광(해양관광, 항만관광), 항만(항만건설, 항만운영), 수산(수산양식, 수산유통), 해사(해상안전), 물류(해상-항만-내륙 물류연계) 등 7개로 구분된다. 주요 사업내용은 첫째, 빅데이터 비즈니스 모델 발굴, 둘째, 데이터의 수집·저장·분석·관리·연계 등을 위한 빅데이터 인프라 구축, 셋째, 주문·결제·파일송수신·통계 등이 가능한 서비스 포털 구축, 넷째, 빅데이터 분석 알고리즘 개발, 다섯째, 빅데이터 표준화 체계 수립 등이다.⁵⁰⁾

이처럼 빅데이터 플랫폼 구축 및 분석은 다양한 분야에서 적극적으로 활용되고 있으며, 표본조사의 대표성 및 신뢰성이 갖는 한계를 보완할 수 있다는 장점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 품목에 대한 정책적 관심도, 국민적 관심도, 해외 연구수요 및 소비자 관심도를

49) 해당 사업은 해양수산부, 과학기술정보통신부 공동사업으로 한국해양수산개발원이 주관사업자이고, 한국어촌어항공단, 부산항만공사, 울산항만공사, 부산대학교, 동의대학교, 해운항만물류정보협회, 티맥스티베로, 미래아이티 등 총 32개소가 참여함(자료: 한국해양수산개발원(2020))

50) 한국해양수산개발원(2020), p.6.

파악하기 위해 국내외 관련 연구, 블로그, 뉴스 데이터를 바탕으로 트렌드 분석, 키워드 비교분석 등을 수행하였다.

2) 빅데이터 분석 개요

빅데이터 분석은 일반적으로 ① 주제선정, ② 분석 키워드 설정, ③ 데이터 수집, ④ 분석의 순서로 진행된다.

(1) 주제 선정

식품의 특성상 일반화된 식품콜드체인 체계를 구축하는 것은 사실 불가능하므로, 본 연구에서는 한 가지 품목을 선정하여 심도 있는 연구를 수행하고자 한다. 품목을 선정하기 위한 기준은 ① 정책적 관심도, ② 국민적 관심도, ③ 해외 연구수요 및 소비자 관심도이며, 이를 확인할 수 있는 적절한 데이터 수집 및 분석 키워드 선정이 필요하다.

(2) 분석 키워드 선정

소비자물가지수 대표품목을 기준으로 빅데이터 분석을 수행하였다. 대표품목은 각 가정이 생활을 위해 구입하는 상품과 서비스로 ① 전국 가구(농어가 제외)의 월평균 소비지출액이 일정 비율 이상이고, ② 동종 품목군의 가격을 대표할 수 있으며, ③ 시장에서 계속적으로 가격조사가 가능한 것이다.⁵¹⁾ 총 12가지(총 460개) 지출목적별로 구분되어 있으며 본 연구에서는 식료품 및 비주류 음료, 주류 및 담배(담배제외) 총 139가지 품목을 대상으로 하였다.

이 중 빅데이터 빈도수 분석에 적합하지 않은 가지, 감, 계, 굴, 껌,

51) 통계청 (검색일: 2020. 6. 22)

김, 밥, 배, 조기, 파, 차, 빵, 사과, 소시지 등 14가지 항목을 제외하였다. 또한 15가지 항목은 고유명사보다 조사, 의성어, 의태어, 비속어 등으로 빈번히 집계되어 본 연구의 목적에 부합하지 않는다고 판단하였다. 최종적으로 식음료 125개 품목에 대한 빅데이터 분석을 수행하였다. 빅데이터 빈도수 분석을 위한 키워드는 부록에 수록되어 있다.

〈표 3-1〉 소비자물가지수 지출목적별 대표품목 개수

지출목적	개수
식료품 및 비주류 음료	133
주류 및 담배	7
의류 및 신발	30
주택, 수도, 전기 및 연료	16
가정용품 및 가사 서비스	49
보건	32
교통	32
통신	6
오락 및 문화	55
교육	20
음식 및 숙박	44
기타상품 및 서비스	36
총합	460

자료: 통계청(검색일: 2020. 6. 22) 바탕으로 저자 재작성

(3) 데이터 수집 및 정제

데이터는 분석 목적 적합성 및 시의성을 기준으로 수집하였다. 정책적 관심도를 확인하기 위해 온나라정책연구, 국가과학기술지식정보서비스 데이터를 수집했으며, 국민적 관심도 분석을 위해 블로그

및 뉴스 데이터를 활용하였다. 해외 연구수요 확인은 ELSEVIER 및 Emerald Insight 게재 논문을 대상으로 했으며, 해외 소비자 관심도는 해외 뉴스 및 블로그 분석을 통해 파악하였다. 본 연구에서는 데이터의 다양성, 정확성 확보 및 소요 시간 단축을 위해 데이터 수집 시스템을 개발하여 활용하였다. 시의성 확보를 위해 국내외 블로그 및 뉴스는 실시간 데이터 수집 방식을 활용했으며, 연구보고서 및 논문은 2020년 5월 등록 건까지 반영하였다.

〈표 3-2〉 분석 목적별 데이터 수집

구분	연구 목적	데이터 종류	접근방식
1	정책적 관심도	온나라정책연구, 국가과학기술지식정보서비스	주기적
2	국민적 관심도	블로그, 뉴스	실시간
3	해외 연구수요	ELSEVIER, Emerald Insight	주기적
4	해외 소비자 관심도	블로그, 뉴스	실시간

자료: 저자 작성

가. 데이터 수집

본 연구에서 수집하고자 하는 데이터는 접근방식 및 유형별로 다음 〈표 3-3〉과 같이 구분할 수 있다. 정부에서 제공하고 있는 Open API를 활용해 데이터를 수집한 온나라정책연구를 제외한 국가과학기술지식정보서비스, 해외 저널, 국내외 블로그 및 뉴스 정보는 웹크롤러 등을 활용해 웹에 있는 문서를 수집했으며 이는 비정형 데이터로 구분할 수 있다. 이들은 다시 데이터 접근방식에 따라 주기적 데이터 및 실시간 데이터로 구분된다. 국내외 블로그 및 뉴스의 경우, 실시간으로 웹의 문서를 수집하여 제공하므로 실시간 데이터로 정의할 수 있으며, 국가과학기술지식정보서비스 및 해외 저널은 2020년 5월을 기준으로 한 차례 데이터를 수집했으므로 주기적 데이터로 구분할 수 있다.

〈표 3-3〉 데이터 유형 및 접근방식

		데이터 유형	
		비정형	정형
데이터 접근방식	주기적	• 국가과학기술지식정보서비스 • 해외 저널	• 온나라정책연구(Open API)
	실시간	• 국내외 블로그 • 국내외 뉴스	-

자료: 저자 작성

본 연구에서 활용한 데이터 수집시스템인 TORNADO는 블로그, 뉴스 등 다양한 동적 딥웹(Deep Web)에서 사용자가 원하는 방대한 데이터를 실시간으로 자동, 병렬 수집 가능한 다목적 빅데이터 수집 시스템이다. 이를 활용하여 수집한 데이터를 바탕으로 Saltlux Premium Dashboard 플랫폼을 구축하였다. TORNADO는 수집사용자 시나리오 정의, 수집 시뮬레이션, 로그인 사이트 및 AJAX 기반 사이트, 네이버·다음·구글 등 주요 검색 서비스의 검색문서, RSS 피드 등록을 통한 기사 및 게시글, 다양한 소셜미디어, Open API 기반 오픈데이터 등의 수집이 가능하다. 본 연구에서는 TORNADO의 RSS 수집기(뉴스 및 블로그) 및 Open API 기반 오픈데이터(PRISM, NTIS 등) 수집기능을 활용하였다.

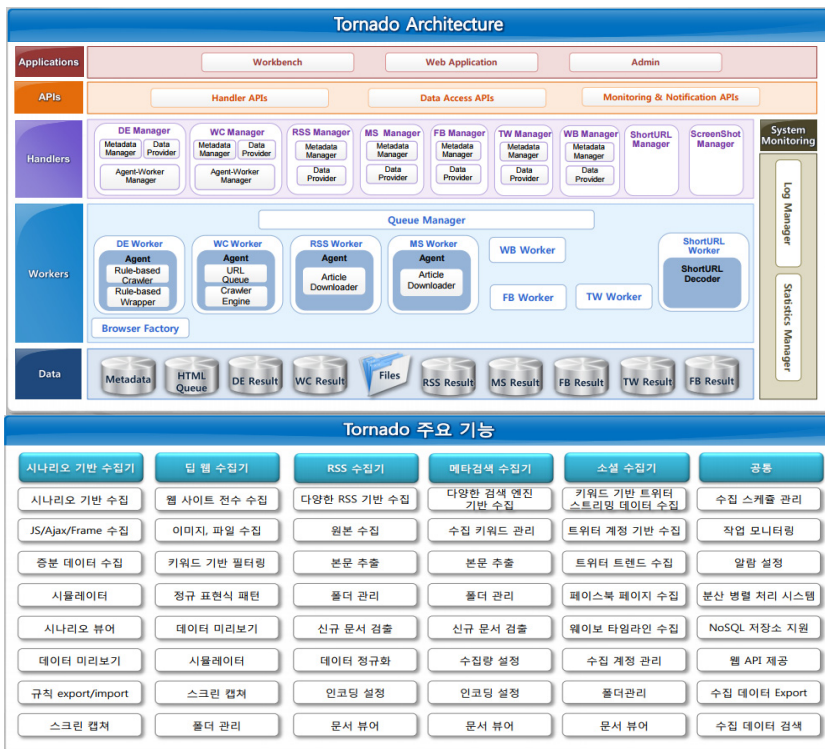
〈그림 3-2〉 데이터 수집시스템(TORNADO) 개요



자료: Saltlux(2015), p. 3

TORNADO의 구성 및 주요 기능은 다음 <그림 3-3>과 같다. 데이터 수집시스템은 사용자 시나리오 기반 수집기, 웹수집기, RSS 기반 수집기, 소셜수집기 등 다양한 형태의 데이터 수집을 위한 서버로 구성되어 있으며, 윈도우 및 리눅스 기반 서버를 모두 지원하고 있다. 또한 분산 시스템을 기반으로 설계되어 유연하게 활용할 수 있다는 장점이 있다. 시스템은 내장된 다양한 수집 엔진을 실행하여 정의한 규칙을 바탕으로 데이터를 수집·저장한다. 이후 수집된 비정형 데이터는 워크벤치를 통해 반정형/정형 데이터로 구분되며, 적재된 데이터는 NoSQL(Mongo DB) 및 분산시스템을 기반으로 관리된다.

<그림 3-3> 데이터 수집시스템(TORNADO) 구성 및 주요 기능



자료: Saltlux(2015), pp. 5~6

나. 데이터 종류

본 연구에서 수집한 데이터 개요는 다음 <표 3-4>와 같다. 온나라 정책연구에서는 ‘농림해양수산’ 부문의 연구과제 2,944건을 수집했으며 대상 기간은 2001년부터 2020년까지이다. 국가과학기술지식정보서비스에서는 과학기술표준분류 대분류 중 ‘농림수산식품’에 포함되는 30,165건 과제를 데이터베이스로 구축했으며, 시간 및 비용의 한계로 2017~2020년을 대상 기간으로 하였다. 국내 블로그 및 뉴스는 최근 5개년(2015년 1월부터)을 대상으로 했으며 데이터를 실시간 업데이트하였다.

해외 연구수요 및 소비자 관심도를 파악하기 위해 해외 저널, 블로그, 뉴스 등을 데이터베이스에 포함했다. 해외 저널의 경우, 한국해양수산개발원이 구독하고 있는 ELSEVIER와 Emerald Insight에서 ‘food cold chain’, ‘cold chain’, ‘food supply chain’ 등을 키워드로 검색된 논문 총 499건을 수집하였다. 해외 블로그 및 뉴스의 경우도 국내와 마찬가지로 2015년 1월부터 현재까지의 데이터를 수집했으며 실시간 업데이트되는 내용을 반영하였다.

<표 3-4> 데이터 종류 및 주요 특징

구분	출처	정의 및 주요 특징	기간
국내	온나라정책연구 (PRISM)	• ‘농림해양수산’ 부문 연구과제(2,944건) • 중앙정부의 정책연구 파악	’01~’20년
	국가과학기술지식정보서비스(NTIS)	• 과학기술표준분류의 대분류 중 ‘농림수산식품’ 부문 과제(약 3만 건) • 국가R&D 연구사업 파악	’17~’20년
	블로그	• 네이버, 다음, 티스토리 등 • 일반인 관심도 파악	’15~’20년
	뉴스	• 중앙, 조선, 동아 등 국내 70여 개 언론사 • 국내 주요 이슈 파악	’15~’20년

구분	출처	정의 및 주요 특징	기간
국외	해외 저널	• ELSEVIER 및 Emerald insight(499건) • 최근 10년간 'food cold chain' 관련 연구 동향 파악	'10~'20년
	블로그	• 해외 소비자 관심도 파악	'15~'20년
	뉴스	• CNN, BBC 등 해외 341개 언론사 • 해외 주요 이슈 파악	'15~'20년

자료: 저자 작성

(4) 플랫폼 활용

수집된 데이터를 활용하여 분석 플랫폼을 구축했으며 플랫폼은 트렌드 분석, 키워드 비교 분석, 감성 분석, 네트워크 분석 등의 기능을 제공한다.

가. 트렌드 분석

플랫폼에서는 연도별/월별/일별 기준으로 기간을 설정할 수 있으며, 입력된 각각의 키워드에 대한 데이터 소스별 집계된 문서의 건수와 언급량 경향,⁵²⁾ 비율 등을 확인할 수 있다. 트렌드 분석은 검색한 키워드에 대한 데이터 소스별 언급량을 집계하여 분석한 결과를 의미한다. 분석툴의 검색 지원 도구를 사용하여 원하는 키워드를 포함하거나 필요 없는 단어가 포함되어 있는 문서는 제외하여 언급량 집계에 사용할 수 있다. 다음 <그림 3-4>는 최근 5개년(2015. 6. 29 ~ 2020. 6. 29) 동안의 '커피'라는 키워드에 대한 트렌드 분석 결과이다.

52) 문서 내에 검색 키워드를 포함하는 문서의 수.

〈그림 3-4〉 트렌드 분석 예시(키워드: 커피)



자료: Datamixi DB(검색일: 2020. 6. 29)

나. 키워드 비교 분석

키워드 비교 분석은 트렌드 분석과 유사하다. 다만 키워드 비교 분석은 최대 15개의 키워드의 문서 건수를 비교할 수 있다는 차이점이 있다. 다음 〈그림 3-5〉는 최근 5개년(2015. 6. 29~2020. 6. 29) 동안의 ‘쇠고기’, ‘돼지고기’ 키워드에 대한 키워드 비교 분석 결과이다.

〈그림 3-5〉 키워드 비교 분석 예시(키워드: 쇠고기, 돼지고기)



자료: Datamixi DB(검색일: 2020. 6. 29)

다. 감성 분석

감성 분석은 기계학습(Machine Learning)과 심층학습(Deep Learning) 기반 형태소, 문장 구조, 개체명, 의미 등을 파악하여 토픽 별로 긍정·부정 트렌드를 분석하는 것이다. 감성 분석은 사용자의 주관 이 드러난 부분만을 걸러내는 '주관성 탐지(subjectivity detection)'

과정과 추출된 감성 데이터를 ‘좋음’과 ‘싫음’의 양극단으로 분류하는 ‘극성 탐지(polarity detection)’ 작업을 거치게 된다.

본 플랫폼에서는 Structural SVM 과 Latent Structural SVM 모델을 사용하여 입력 문장에서 판단대상, 감성어 등을 추출하고, 이에 대한 극성 판단을 하는 감성탐지기와 분석기를 적용하였다. 다음 <그림 3-6>은 최근 5개년(2015. 6. 29~2020. 6. 29) 동안의 ‘초콜릿’ 키워드에 대한 감성 분석 결과이다.

<그림 3-6> 감성 분석 예시(키워드: 초콜릿)



자료: Datamixi DB(검색일: 2020. 6. 29)

제2절 빅데이터 분석을 통한 대상 품목 도출

본 연구에서는 정책적 관심도, 국민적 관심도, 해외 연구수요 및 관심도에 대한 빅데이터 키워드 빈도수 분석 결과를 바탕으로 연구 대상 품목을 선정하고자 한다.

정책적 관심도 및 국민적 관심도가 높은 상위 10개 품목을 살펴보면 다음 표와 같다.⁵³⁾ 정책적 관심도는 Prism과 NTIS에 등록된 최근 5개년 보고서 데이터를 기반으로 한 것이며 국민적 관심도는 최근 5개년 동안의 뉴스 및 블로그 데이터를 기반으로 하였다. Prism 및 NTIS 데이터를 바탕으로 빈도수가 높은 상위 10개 품목은 쌀, 생수, 콩, 배추, 쇠고기, 포도, 풋고추, 토마토, 버섯, 무 등이다. 해당 10가지 품목은 정책적 연구 수요가 많은 품목으로 해석할 수 있으며, 대부분 1차 농산물이다.

최근 5개년 동안 뉴스나 블로그에 가장 많이 언급된 상위 10개 품목은 생수, 초콜릿, 커피, 맥주, 김치, 치즈, 달걀, 마늘, 양파, 쇠고기 등이다. 뉴스나 블로그에서 많이 언급된 품목은 긍정적 혹은 부정적 이슈가 많이 유발된 품목으로 국민적 관심도가 높다고 해석할 수 있다. 초콜릿·커피·맥주 등 기호식품, 김치·치즈와 같은 가공식품이 포함되어 있다는 측면에서 1차 농산물 위주였던 정책적 관심도가 높은 식품과는 구별되는 특징을 보인다.

〈표 3-5〉 키워드 빈도수 분석 결과

순위	정책적 관심도		국민적 관심도	
	품목	빈도수(건)	품목	빈도수(건)
1	쌀	2,813	생수	6,294,062
2	생수	1,429	초콜릿	3,413,827

53) 분석 시점은 2020년 5월을 기준으로 함.

순위	정책적 관심도		국민적 관심도	
	품목	빈도수(건)	품목	빈도수(건)
3	콩	1,219	커피	3,060,869
4	배추	996	맥주	1,727,267
5	쇠고기	911	김치	1,643,757
6	포도	899	치즈	1,585,687
7	풋고추	890	달걀	1,409,142
8	토마토	870	마늘	1,241,242
9	버섯	732	양파	1,186,662
10	무	730	쇠고기	1,142,713

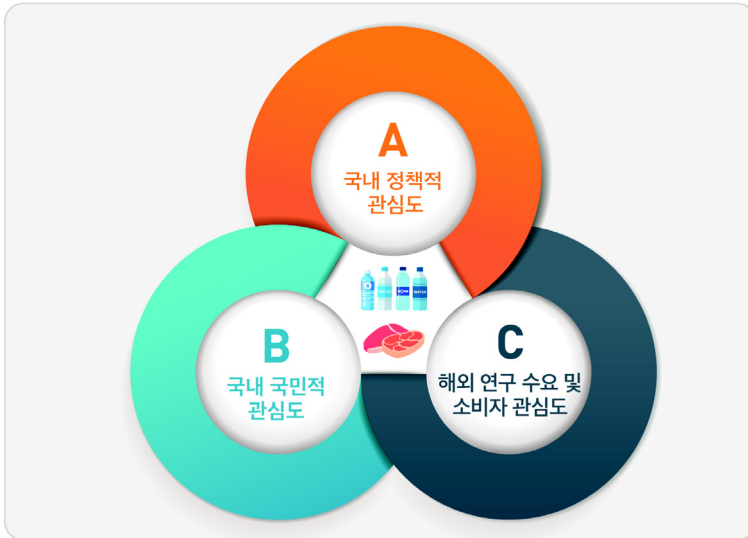
자료: 저자 작성

정책적 관심도 및 국민적 관심도 상위 10위권에 공통으로 속하는 품목은 생수와 쇠고기이다. 생수와 쇠고기는 최근 5개년을 기준으로 한 해외 저널, 뉴스, 블로그의 키워드 빈도수 분석 결과에서도 상위권에 위치한다. 학계 관심도를 나타내는 외국저널에서의 빈도수는 생수 2위 179건, 쇠고기 11위 61건이며, 이외에도 쌀, 과일가공품, 파이, 드레싱, 우유, 콩, 냉동식품, 달걀, 잼 등의 순위가 높았다. 축산식품 중에서는 쇠고기의 빈도수가 가장 많았다. 소비자 관심도를 나타내는 뉴스 및 블로그의 경우, 생수에 대한 언급 빈도수가 2,252,325건으로 가장 많았으며 쇠고기는 177,332건으로 26위(상위 20%)를 기록하였다.

국내외 관심도가 매우 높은 생수의 경우, 2020년 상반기에 블록체인 기술기반 식품이력 플랫폼을 통해 실증사업을 수행한 바 있으므로⁵⁴⁾ 본 연구의 대상 품목에서는 제외하고자 한다. 본 연구에서는 쇠고기를 연구 대상 품목으로 선정했으며, 쇠고기 국내외 콜드체인 구조, 현황 분석을 바탕으로 블록체인 기술기반 콜드체인 체계를 제안하고자 한다.

54) 삼성 SDS에서는 블록체인 기술기반 식품이력추적 플랫폼인 Cello trust를 활용하여 2020년 상반기, 수입 생수에 대한 실증사업을 수행함.(자료: 삼성 SDS 양영태 프로(2020.6.20., 대한민국 서울))

〈그림 3-7〉 연구대상 품목 선정 결과



자료: 저자 작성

다음 〈그림 3-8〉은 쇠고기의 트렌드 분석 결과이다. 뉴스 및 블로그의 경우, 최근 5개년(2015. 6. 29~2020. 6. 29) 데이터를 활용하였다. 트렌드 분석 결과, 블로그에서의 쇠고기 언급 비중이 가장 높은 것을 알 수 있다. 또한 데이터 소스별 낮은 상관관계는 데이터 간 독립성이 보장됨을 시사한다.

〈그림 3-8〉 트렌드 분석



자료: Datamixi DB(검색일: 2020. 6. 29)

다음 〈그림 3-9〉는 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 간 키워드 비교 분석 결과이다. 뉴스 및 블로그의 경우, 최근 5개년(2015. 6. 29~2020. 6. 29) 데이터를 활용하였다. 키워드 비교 분석 결과, 쇠고기에 대한 언급 빈도수가 돼지고기 및 닭고기에 비해 압도적으로 많은 것을 알 수 있다. 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 간 상관계수는 모두 0.9 이상으로 매우 높은 양의 상관관계가 있음을 알 수 있다. 이는 축산물에 대한 정책적, 국민적 관심도가 보완재적 성격을 가진다고 해석할 수 있다.

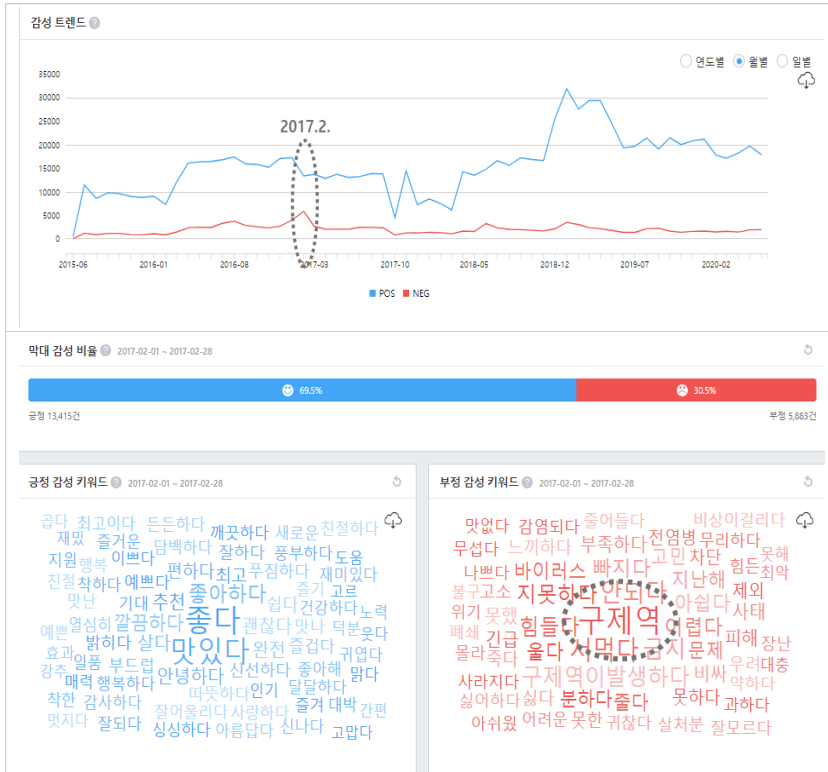
〈그림 3-9〉 키워드 비교 분석



자료: Datamixi DB(검색일: 2020. 6. 29)

다음 〈그림 3-10〉은 쇠고기의 감성 분석 결과를 요약한 것이다. 트렌드, 키워드 비교분석과 동일하게 뉴스 및 블로그는 최근 5개년 (2015. 6. 29~2020. 6. 29) 데이터를 활용하였다. 대체적으로 쇠고기 에 대한 ‘긍정적’인 반응이 많음을 알 수 있다. 다만 최근 5년 동안 ‘부정적’인 반응이 30.5%로 가장 높게 집계된 2017년 2월의 부정 감성 키워드 분석 결과를 살펴보면 ‘구제역’에 대한 언급이 가장 많았 음을 알 수 있다.

〈그림 3-10〉 감성 분석



자료: Datamixi DB(검색일: 2020. 6. 29)

제 4 장

블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축

제4장에서는 빅데이터 분석을 통해 최종 선정된 쇠고기를 대상으로 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 이론적 배경 및 국내외 콜드체인 관리·운영 현황을 살펴보고자 한다. 특히 항만, 항공·해상운송 구간에서의 쇠고기 콜드체인 관리현황에 대한 분석을 바탕으로 진정한 의미의 공급망 전 구간에 대한 체계를 제안할 것이다.

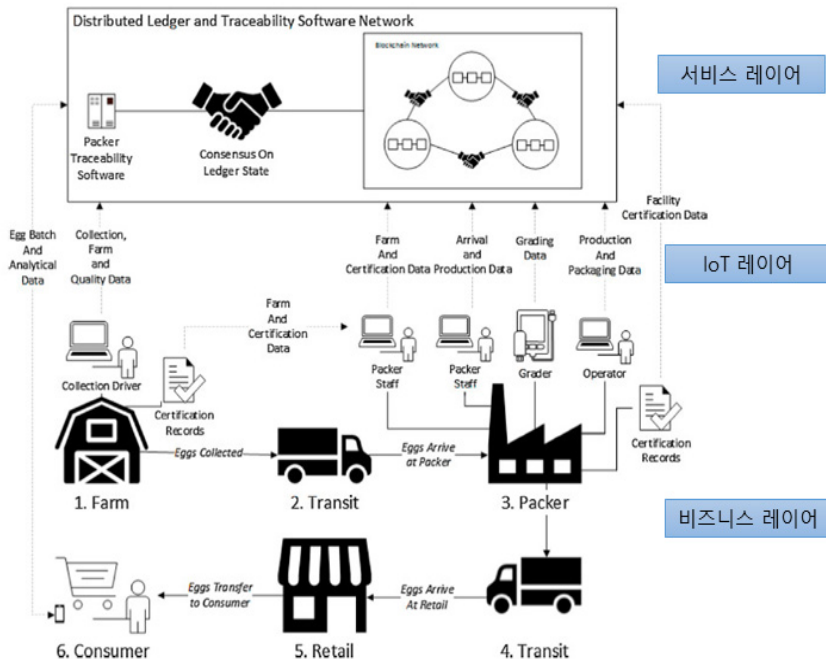
제1절 이론적 배경

Bunblauskas *et al.*(2020)에 따르면 글로벌 식품기업들은 블록체인 기술을 활용하여 식품공급망의 이해당사자들에게 추적가능성과 투명성을 높여 식품 리콜, 위조, 손실 비용과 리스크를 최소화하기를 원한다.⁵⁵⁾ 예를 들면 미국 중서부에 본사를 둔 달걀회사는 IoT와 블

55) Bunblauskas *et al.*(2020), p. 1

블록체인 기술을 활용하여 농장에서 소비자에게 추적가능성과 투명성을 제공함으로써 고객 신뢰도가 상승했다. 달걀 생산자와 가공자는 살균되지 않은 달걀의 경우 7.2℃ 미만의 온도가 유지되어야 한다고 법에 규정되어 있다. 블록체인 식품추적 업체 Bytable 회사는 달걀 공급망의 핵심 위치에 설치된 센서를 이용해 온도, 습도 정보를 수집·저장한다. 이 시스템은 농장, 포장시설, 소비자단계에서 정보를 수집한다. 농장에서는 달걀 종류, 픽업시간, 온도, 습도, 위치 정보등을, 포장시설에서는 수집 장소, 시간, 농장이름, 온도와 습도 이력,

〈그림 4-1〉 공급망 내 달걀 품질관리를 위한 블록체인 기술기반 콜드체인

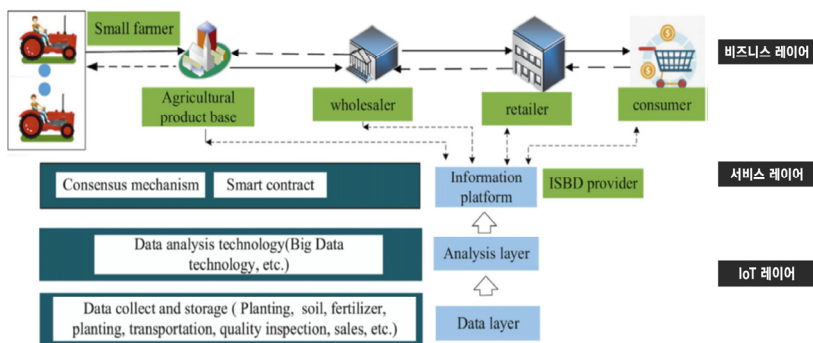


자료: Bumblaskas *et al.*(2020), p. 3 바탕으로 저자 재작성

출도착 이동구간, 달걀종류, 인증 데이터, 배치 수량, 브랜드, 색상, 제품 라벨 등 거래 기록을 수집한다. 소비자들은 QR 코드를 이용하여 제품 추적정보 등을 확인한다.⁵⁶⁾

Liu *et al.*(2020)의 연구에서는 블록체인 기술과 빅데이터기술(ISBD: Information Service business based on Big Data and blockchain)을 활용하여 소규모 농가를 위한 블록체인 기반 공급망을 설계했다.⁵⁷⁾ 중국은 총 농업생산량의 98%가 소규모 농가들이 책임지고 있어 수급 불균형, 제품 품질 추적의 어려움, 콜드체인 이해관계자간 신뢰 부족 등의 문제가 발생하고 있다. 이를 해결하기 위해 소규모 농가들에게 스마트계약을 돕고 도·소매자, 소비자들에게는 정보를 제공하기 위해 빅데이터 및 블록체인기반 콜드체인 체계를 개발했다.⁵⁸⁾

〈그림 4-2〉 중국 소규모 농가를 위한 블록체인 기술기반 콜드체인



자료 : Liu *et al.*(2020), p. 4를 바탕으로 저자 재작성

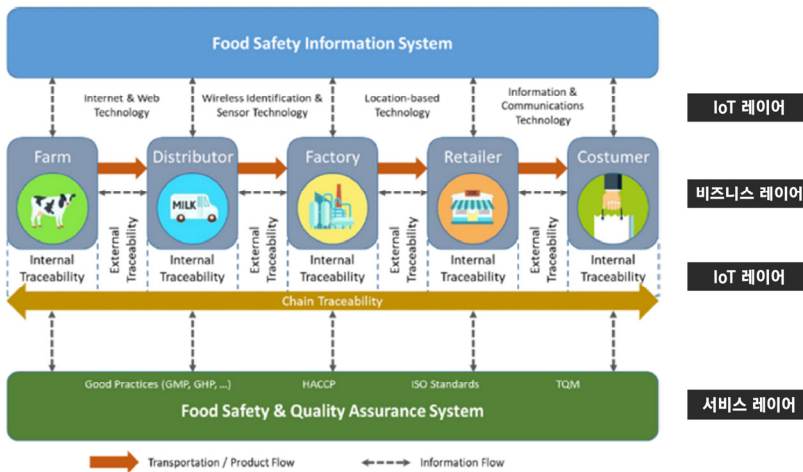
56) Bumblaskas *et al.*(2020), pp. 3~5

57) Liu *et al.*(2020), p. 1

58) Liu *et al.*(2020), p. 4

Behnke and Janssen(2020) 논문에서는 글로벌 식품콜드체인에서 소비자가 높은 품질을 기대하고 공급망이 복잡해질수록 원재료·성분의 추적가능성은 주요하게 되었다. 이를 해결하는 방법 중 하나로 블록체인 기술이 도입되었다라고 언급했다.⁵⁹⁾ 식품안전성과 품질 보증 서비스를 위해서는 비즈니스 레이어 상의 정보를 IoT 기술을 활용하여 수집·저장한 후 블록체인 기술을 활용하여 전체 공급망 추적성을 강화한 블록체인기반 콜드체인을 구축해야 한다. 이 논문에서는 성공적인 블록체인 기반 콜드체인에서 정보공유를 원활하게 하기 위해서는 비즈니스(business), 규정(regulation), 품질(quality), 추적성(traceability)으로 분류상의 경계조건을 식별한 후 문제점을 사전에 해결해야 한다고 밝혔다.⁶⁰⁾

〈그림 4-3〉 식품안전성 및 품질 보증을 위한 블록체인기반 콜드체인



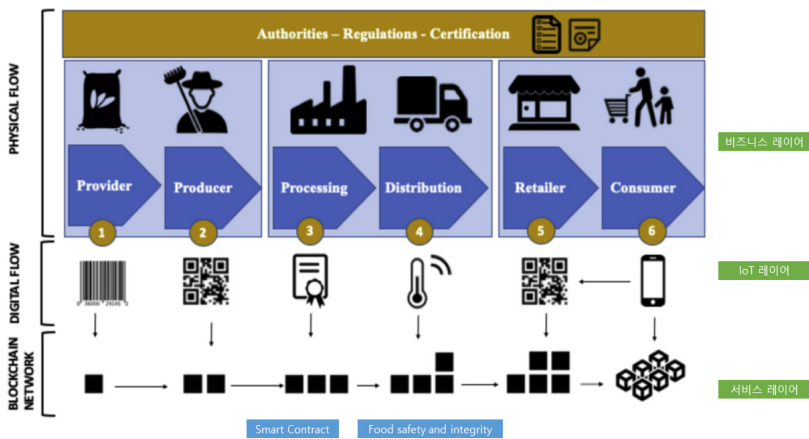
자료: Behnke and Janssen(2020), p. 3을 바탕으로 저자 재작성

59) Behnke and Janssen(2020), p. 1

60) Behnke and Janssen(2020), pp. 3~4

Kamilaris *et al.*(2019)은 블록체인은 은행과 같은 중개자없이 유비쿼터스 금융거래를 허용하는 새로운 디지털 기술이라고 언급했다. 식품콜드체인에서 블록체인 기술은 정보 투명성 제공 등으로 유망하지만 많은 장벽이 있으므로 기술, 교육, 정책, 규제 측면에서 문제를 해결해야 한다고 주장하고 있다.⁶¹⁾ 이들이 제시한 블록체인 기반 식품콜드체인은 비즈니스 레이어, IoT 레이어를 기반으로 스마트 계약, 식품 안전과 무결성 보장 정보 등의 서비스를 제공하는 것을 제안하고 있다.⁶²⁾

〈그림 4-4〉 블록체인 기술기반 농식품 공급사슬 체계



자료: Kamilaris, *et al.* (2019), p. 642를 바탕으로 저자 재작성

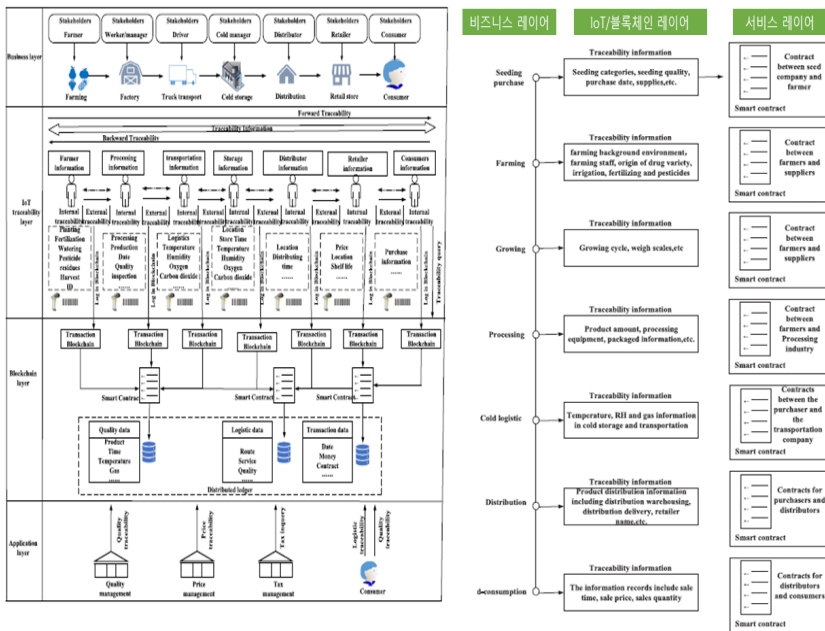
Feng *et al.*(2020) 논문의 목적은 블록체인 기술의 특징과 기능을 검토하고, 식품 추적 문제를 해결하기 위한 블록체인 기반 솔루션을 파악하여, 블록체인 기반 추적 시스템 구현을 위한 설계 아키텍처를

61) Kamilaris *et al.* (2019), p. 640

62) Kamilaris *et al.* (2019), p. 642

제시하는 것이다. 지금까지 문헌은 블록체인 기반 식품 추적 시스템의 이점, 과제 및 개발 방법에 대한 구체적인 설명이 없어 시스템 적용을 하는 연구자와 실무자들이 도움을 주기 위해 블록체인 기반 식품 추적성 개선 방법을 그림으로 제시하고 있다.⁶³⁾

〈그림 4-5〉 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 프레임워크



자료: Feng *et al.*(2020), pp. 8, 11.을 바탕으로 저자 재작성

블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 관련 논문을 분석한 결과 공통적으로 첫째, 식품 공급망의 노드인 비즈니스 레이어를 정의하고 둘째, 해당 노드별 관리 대상 정보인 IoT 기반 레이어를 구성한 후 블록체인 기술을 이용하여 데이터의 추적성을 강화하였다. 마지막

63) Feng *et al.*(2020), pp. 6~13

으로 식품 품질 정보, 스마트계약 등 고객에게 제공하고자 하는 서비스를 정의하였다. 이에 본 연구에서는 블록체인 기술 기반 쇠고기콜드체인 체계를 ① 비즈니스 레이어(Business layer), ② IoT 추적 레이어(IoT traceability layer) 및 블록체인 레이어(Blockchain layer), ③ 서비스 레이어(Service layer) 등 총 세 개의 레이어로 구성하고자 한다. 제2절에서는 제3장에서 선정된 쇠고기에 대한 세 개 레이어 정의를 위해 쇠고기콜드체인 구조 및 정보수집 현황에 대해 살펴볼 것이다.

제2절 쇠고기콜드체인 구조 및 정보수집 현황

본 절에서는 제3장에서 최종 선정된 쇠고기의 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위해 쇠고기콜드체인 구조 및 정보수집 현황에 대해 살펴보고자 한다. 쇠고기 비즈니스 레이어 정의를 위해 내수용, 수출용, 수입용 쇠고기 공급망 구조를 파악하였다. 또한 국내 쇠고기콜드체인 관련 법·제도 검토를 통해 의무적으로 수집되고 있는 정보 현황을 파악함으로써, IoT/블록체인 레이어를 구축하고자 한다.

1. 쇠고기콜드체인 구조 및 운영현황

1) 내수용 쇠고기콜드체인구조 및 운영현황

내수용 쇠고기는 일반적으로 3~5개의 유통단계를 거치며, 농수산물과는 달리 도축장이 포함되어 있다(〈그림 4-6〉 참조). 도축 과정을 거친다는 것은 일반 농수산물 보다 전문적인 유통주체를 요구한다는

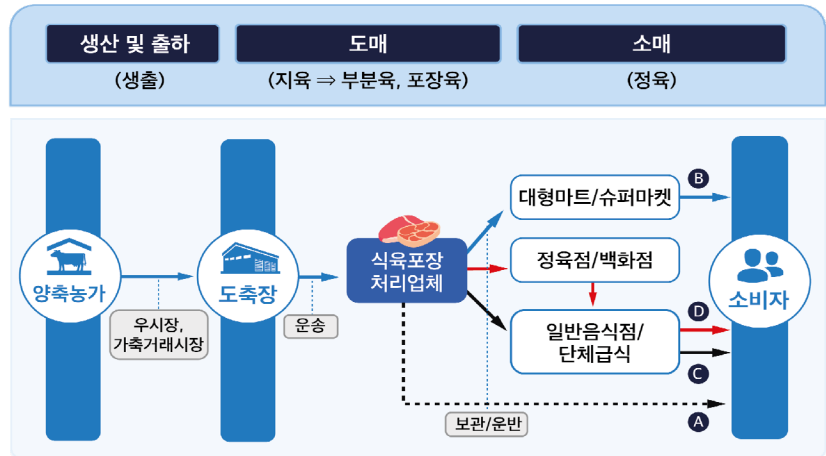
것을 뜻한다. <표 4-1>은 총 4가지 유형의 유통단계를 요약한 것이다. A유형은 총 3단계로 구성되어 있다. B유형은 대형마트 등 중간 소매단계가 포함되어 있다. C유형은 총 4단계이며, 마지막으로 D유형은 총 5단계로 구성되어 있다.

<표 4-1> 내수용 쇠고기 유통단계 유형

구분	단계
A	• 양축농가→도축장→식육포장처리업체→최종 소비자
B	• 양축농가→도축장→식육포장처리업체→대형마트/정육점/슈퍼마켓/백화점→최종 소비자
C	• 양축농가→도축장→식육포장처리업체→일반음식점/단체급식→최종 소비자
D	• 양축농가→도축장→식육포장처리업체→대형마트/정육점/슈퍼마켓/백화점→일반음식점/단체급식→최종 소비자

자료: 저자 작성

<그림 4-6> 내수용 쇠고기유통체인구조



자료: 축산물품질평가원(2020), pp.45,60; 한국농촌경제연구원 이형우 박사, 이정민 박사(2020.6.3., 대한민국 나주); SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 대한민국 서울); 우람축산 전명기 대표 (2020.7.15., 대한민국 마산)를 바탕으로 저자 재작성

국내산 쇠고기의 경우 출하단계는 크게 경매출하와 직매출하로 구분된다. 경매출하란 축산물 공판장이나 도매시장에 농가가 직접 또는 조합을 거치는 계통출하 형태로 지육 상태에서 거래가 이루어진다. 반면 직매출하는 가축시장, 문전거래, 조합 등을 통해 계통출하 형태로 이루어짐으로써 경매출하와는 달리 생체상태에서 거래가 된다는 특징을 지니고 있다.

도매단계는 도축장에서부터 소매상에 이르는 과정을 포함한다. 해당 단계는 다시 축산물 도매시장, 공판장에서 경매에 의한 반출, 식육포장처리업체의 임도축에 의한 반출, 정육점 등 최종 소매단계로 바로 이동하는 직반출 등으로 구분된다.⁶⁴⁾

도축 과정을 거치면서 도체의 온도가 급격히 상승하기 때문에 도축장에서의 온도관리는 매우 중요하다. 통상적으로 도축 공정을 마친 도체(지육)의 심부 온도는 약 40℃까지 상승하며, 이는 육단백질 변성 및 미생물 성장을 촉진하는 원인이 된다. 따라서 도체는 가능한 빠른 시간 내에 심부 온도를 5℃ 이하로 냉각시키는 것이 중요하다. 예냉은 약 2시간에서 2시간 반 정도 소요된다. 예냉을 마친 쇠고기는 등급판정을 실시하게 되며 예냉 후 출고된 쇠고기 도체의 심부 온도는 3~5℃가 되도록 권장하고 있다. 또한 가공 처리 시에는 작업장 온도를 15℃ 이하로 유지하는 것이 필요하며, 정육심부온도의 경우 4℃ 이하를 유지할 수 있도록 권고하고 있다.⁶⁵⁾

소매단계는 일반 판매점인 백화점, 대형 마트, 슈퍼마켓, 정육점 및 일반음식점, 단체급식과 같은 외식 부문으로 구분된다. 도매에서 소매단계로 쇠고기가 운송될 때, 품질관리를 위한 온도 결정은 「축산

64) 기획재정부(2017), p. 60.

65) 「축산물의 가공기준 및 성분규격」 고시전문(제2017-24호, 2017.4.14.)(자료:식품의약품안전처 (검색일: 2020. 6. 5.)) 및 한국식품연구원 최윤상 박사(2020.6.4., 대한민국 전주)

물의 가공기준 및 성분규격」에 따라 운송 차량 온도를 냉장은 -2~10℃, 냉동은 -18℃ 이하로 유지하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 운송 차량 온도는 대부분 날씨와 같은 외부적 요인, 구매자의 요구에 의해 결정되기 때문에 운영하는 업체마다 상이하다.⁶⁶⁾

2019년 식품콜드체인협회는 식품콜드체인운송 단계별 지침 및 품질관리를 위한 기준 온도, 리드 타임 등에 대해 정의하였다. 그러나 이는 큰 방향성만 제시할 뿐 세부적인 기준에 대해서는 규정하고 있지 않은 실정이다. 이에 반해 미국, 일본 등에서는 식품 품질유지를 위한 단계별 가이드라인을 세부적으로 제공하고 있으며 이를 적극 권장하고 있다.

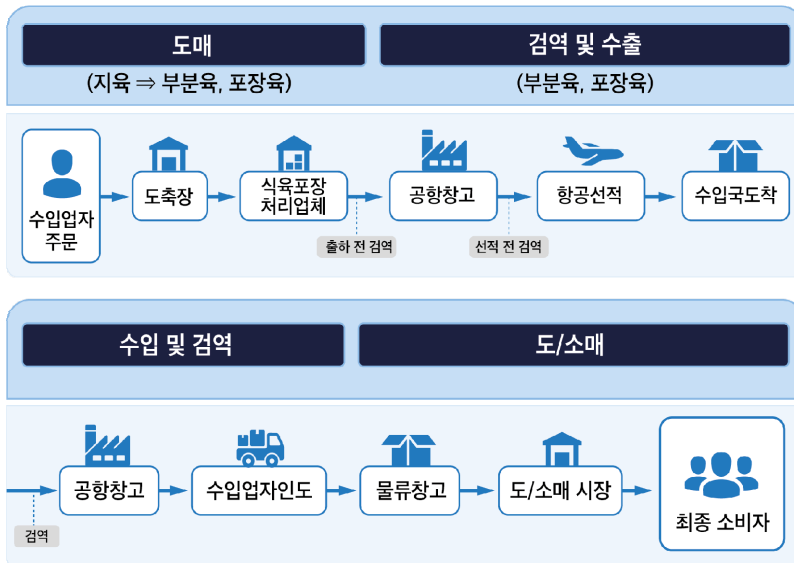
2) 수출입용 쇠고기콜드체인구조 및 운영현황

수출용 쇠고기와 수입용 쇠고기를 구분하여 콜드체인구조를 살펴보고자 한다. 우선 수출용 쇠고기의 콜드체인구조는 다음 <그림 4-7>과 같다. 수출 절차는 수입업자 주문 후 수출 서류절차 개시 및 관계 기관통보로부터 시작된다. 수출은 도축장 및 식육 포장처리업체를 중심으로 이루어지며, 상품 출고 시 검역을 거치게 된다. 검역이 완료된 상품은 냉장·냉동 트럭을 통해 공항 또는 항만으로 이송되며, 검역관이 지정한 창고에서 보관 후 항공/선박에 선적된다.⁶⁷⁾ 수입국에 도착 후, 검역 및 통관 절차를 거치고 수입업자 인도 후 도·소매 시장을 통해 최종 소비자에게 유통된다.⁶⁸⁾

66) A업체에서는 대개 운송 차량의 온도를 냉장일 경우 -1~3℃, 냉동 -10℃ 이하 수준을 유지한다. 그러나 호텔에서는 대개 냉동제품일 경우, 운송 차량의 온도를 -30℃ 이하로 유지할 것을 요구함.(자료:태우그린푸드 이동훈 팀장(2020.6.15., 대한민국 서울))

67) 홍콩으로 수출되는 냉장 쇠고기는 100% 항공으로 운송되며 RKN 컨테이너로 상품을 옮겨야 하는 경우, 검역관이 지정한 공항물류센터에서 검역관 감시 아래 업무를 수행해야 한다(자료: SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 대한민국 서울))

〈그림 4-7〉 수출용 쇠고기콜드체인구조

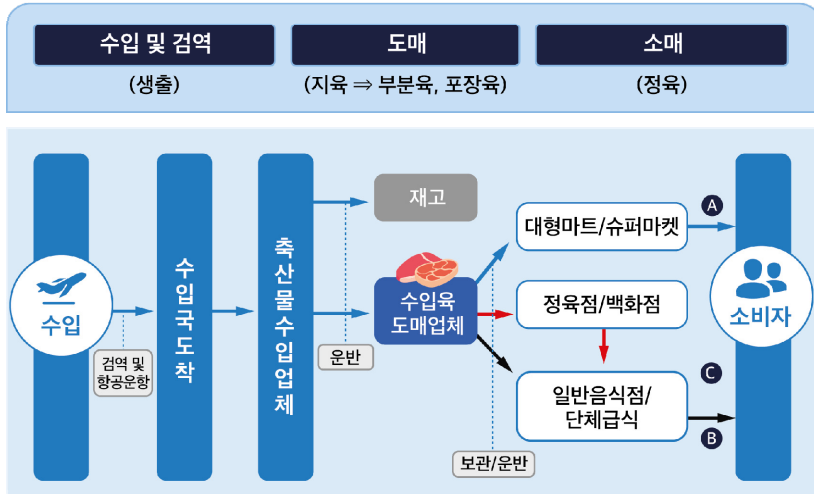


자료: 한우수출사업단 정은선 박사(2020.5.29., 대한민국 서울); SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 대한민국 서울); ㈜기본 이준호 대표(2020.7.13., 대한민국 서울)를 바탕으로 저자 재작성

수입용 쇠고기의 콜드체인구조는 다음 〈그림 4-8〉과 같다. 항공 또는 항만으로 쇠고기 수입 후 검역·통관 절차를 거치고 축산물 수입업체에게 인도된다. 해당 품목은 수입기능이 없는 도매전문업체를 거쳐 대형 마트·슈퍼마켓·백화점·정육점 등 소매업체 및 일반음식점/단체급식소 등 외식 부문으로 유통된다. 소매시장에서의 유통구조는 내수용 쇠고기와 동일한 구조이다.

68) SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 대한민국 서울)

〈그림 4-8〉 수입용 쇠고기콜드체인구조



자료: 축산물품질평가원(2020). p.52.; SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 대한민국 서울)를 바탕으로
저자 재작성

2. 쇠고기콜드체인 관련 정보 수집현황

IoT/블록체인 레이어에 포함하고자 하는 정보를 정의하기 위해서는 우선 국내 쇠고기콜드체인 관련 수집 가능한 정보를 파악할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 쇠고기콜드체인 관리를 위한 법·제도 검토를 통해 의무적으로 수집해야 하는 정보를 파악하고자 한다. 검토 결과, 쇠고기콜드체인 관련 정보는 크게 ①이력관리정보(쇠고기 이력추적관리제도, 쇠고기 원산지표시제도), ②품질관리정보(HACCP, 「축산물 위생관리법」), ③스마트계약정보(수출입 관련 계약 정보) 등으로 구분할 수 있다.

또한 본 연구에서는 공항만 및 운송구간에서의 RKN 컨테이너(항

공), 리퍼 컨테이너(해상) 모니터링 및 관리현황을 조사함으로써 해당 구간에서의 수집 가능 정보 및 연계방안에 대해 파악해보고자 한다. 국내 쇠고기콜드체인 관련 법·제도는 내륙운송 구간에서의 쇠고기콜드체인관리에 대한 것이므로, 항공/해상운송 구간의 정보 수집 및 연계현황에 대해 독립적으로 살펴볼 필요가 있다.

1) 이력관리정보

(1) 쇠고기 이력추적관리 제도

쇠고기 이력추적제도는 EU, 일본, 미국 등에서 발생한 광우병을 계기로 국내 소비자들의 식품 위생 및 안전에 대한 관심이 증대하면서 도입된 제도이다. 농림축산식품부는 2008년 12월 「소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률」을 제정하고 2009년에 쇠고기 이력추적관리 제도를 시행했으며, 2014년에는 돼지고기, 2020년에는 닭과 오리 등 이력추적관리제도 대상을 확대하고 있다. 2020년 기준 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」(이하 「축산물이력법」)에 의거하여 시행되고 있는 쇠고기 이력추적관리제도는 축산물 이력관리에 필요한 사항을 규정함으로써 방역의 효율성 도모, 축산물 안전성 확보, 소비자 이익 보호/증진, 축산업 및 관련 산업의 발전을 목적으로 하고 있다.

「축산물이력법」 제25조제1항에 따라 축산물이력법 시행령 제8조 및 제9조에서는 국내산 및 수입산 축산물 이력정보 중 공개해야 하는 항목에 대해 정의하고 있다. <표 4-2>는 국내산 및 수입산 쇠고기의 이력정보를 요약한 것이다. 해당 추적제도를 통해 소의 사육, 쇠고기 유통과정의 정보 관리가 가능하며, 위생과 안전에 대한 문제가 발생했을 때 이동 경로에 대한 추적과 더불어 원인 규명을 통한 조치가 가능하다.

〈표 4-2〉 쇠고기 이력정보 공개

구분	공개 이력정보
국내산	• 농장식별번호소 개체식별번호 • 이력번호 • 소의 출생연월일 또는 소의 수입연월일 • 가축의 종류 • 암수 구분 • 가축사육시설의 소재지 • 농장경영자의 이름 또는 명칭 • 도축장의 명칭 및 소재지 • 도축연월일 및 검사관의 도축검사 결과 • 등급판정결과 • 식육포장처리업자의 명칭 및 소재지 • 소의 도체 중량 • 구제역 백신 접종 여부 • 브루셀라병 및 결핵병 검사 결과 • 그 밖에 농림축산식품부장관이 필요하다고 인정하는 사항
수입산	• 이력번호 • 선하증권번호 • 원산지(국가명) • 품명(부위명) • 수출업체명 • 수입업체명 및 수입연월일 • 수출국 도축장명(가공장명) 및 수출국에서의 도축연월일(가공연월일) • 그 밖에 농림축산식품부장관이 필요하다고 인정하는 사항

자료: 국가법령정보센터(검색일: 2020. 6. 1) 바탕으로 저자 재작성

현재 국내 쇠고기 최종 소비자는 유통단계별 이력정보를 확인할 수 있는 서비스를 제공받고 있다. 이는 소비자가 12자리 쇠고기 이력번호를 활용하여 축산물이력제 홈페이지 또는 축산물이력제 앱에서 확인할 수 있다. 이를 통해 유통 단계별(농장, 도축장, 가공장, 도/소매시장) 이력정보를 확인할 수 있도록 서비스가 제공되고 있다(〈그림 4-9〉참조).

〈그림 4-9〉 홈페이지(상) 및 앱(하)에서의 쇠고기 이력정보 확인

쇠고기 이력시스템
BEEF TRACEABILITY SYSTEM

가축시장용 프린트 | 프린트 | 닫기

이력번호 | 000 189 843 795 | 출생년월일 | 2005-07-22 (32개월령)

소의 종류 | 한우 | 성별 | 거세

소 출생 및 신고정보

소유자(농장/사육농가)	신고구분	년월일	사육자
이재명	전산등록	2005-11-21	강원도 황성군 장일면
장병두(219027)	양수	2007-04-03	강원도 황성군 공군면
장병두(219027)	도축출하	2008-02-25	강원도 황성군 공군면

도축 및 포장처리정보

도축장 | (주)강원농림비마 (강원도 원주시 저금여지길) | 도축일자 | 2008-02-25

도축검사결과 | 합격 | 도체중 | 454g | 육질등급 | 1+등급

포장처리점소 | 황성축협육가공(강원도 황성군 우장현 우장계2농공단지길)

구제역 백신접종 및 가축발병 검사 정보

구제역 예방접종회종일자 | 미접종 O

브루셀라 검사회종일자 | 미검사 | 브루셀라 검사결과 | 해당없음

광학 검사회종일자 | 해당없음 | 광학 검사결과 | 해당없음

※ 브루셀라 및 광학 검사결과와 정보가 사실과 다를 경우
축산위생시험소에서 발급한 증명서를 반드시 확인해주시기 바랍니다.

1. 개체정보

2. 신고정보

3. 도축 및 포장처리정보

4. 구제역 백신접종 및 브루셀라 검사정보

쇠고기 이력시스템
BEEF TRACEABILITY SYSTEM

12762 이력번호 또는 목표번호 입력 | 조회

사용정보

이력번호	농장번호	농장번호	농장번호
1 100840 00135	농장번호	100840	농장번호

도축정보

도축장	합산번호	소재지	경기도 연안시 만안구 동 298
도축일자	2014-10-14	도축검사결과	합격

식육포장처리 정보

업소명 (명칭)	해당번호	소재지	경기도 연안시 만안구 동 692-9
----------	------	-----	---------------------

프린트 | 닫기

1. 사용정보

2. 도축정보

3. 식육포장처리 정보

축산물 이력번호 조회
ANIMAL PRODUCTS TRACEABILITY SYSTEM

이력번호를 입력하십시오 | 검색

축산물 이력확인
국내산 소 및 돼지에 대한 사육, 도축, 가공, 판매 등 유통과정을 이력번호로 조회할 수 있는 서비스입니다.

문자·음성·영상 등 다양한 이력확인 방법은 홈페이지에 안내되어 있습니다.

QR코드 | 바코드 | 문자인식

농림축산검역본부 | 축산물품질평가원

이력시스템 1977-2633 | Ver 1.3

1. 메인화면

축산물 이력번호 조회
ANIMAL PRODUCTS TRACEABILITY SYSTEM

000189843795 | 검색

축산물 이력확인
국내산 소 및 돼지에 대한 사육, 도축, 가공, 판매 등 유통과정을 이력번호로 조회할 수 있는 서비스입니다.

문자·음성·영상 등 다양한 이력확인 방법은 홈페이지에 안내되어 있습니다.

QR코드 | 바코드 | 문자인식

농림축산검역본부 | 축산물품질평가원

이력시스템 1977-2633 | Ver 1.3

2. 이력번호 입력

이력번호 조회
ANIMAL PRODUCTS TRACEABILITY SYSTEM

소 이력번호 조회

이력번호 | 000 189 843 795

소의 종류 | 한우

성별 | 거세

출생일자 | 05.07.22 (32개월령)

소유주 | 장병두

사육지 | 강원도 황성군 공군면

구제역 예방접종 회종일 | 미접종

농림축산검역본부 | 축산물품질평가원

이력시스템 1977-2633

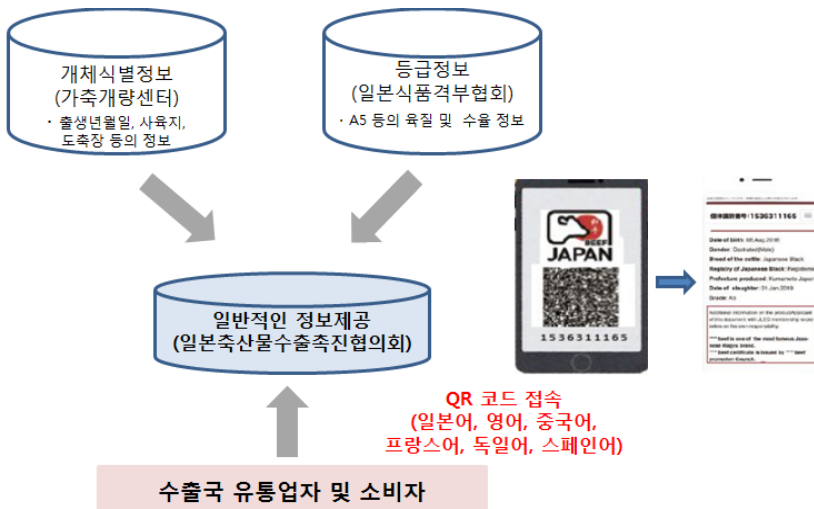
3. 쇠고기이력정보 조회

자료: 국립농산물품질관리원(검색일: 2020. 6. 24)

「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」 제2조3항과 8항에서는 내수용, 수입용 쇠고기를 이력관리 및 이력관리대상축산물로 정의하고 있으며, 수출용 쇠고기는 이에 포함되지 않는다. 그러나 일본은 축산물 수출 확대 전략의 일환으로 수출용 쇠고기의 생산이력정보와 쇠고기 육질 및 수율에 대한 등급정보를 제공하여 일본 쇠고기의 고부가가치화를 지원하고 있다. 2019년 6월부터 소의 개체 식별 번호를 확인할 수 있는 QR코드와 일본 쇠고기 마크를 통일화한 마크를 만들어서 QR코드를 스캔하면 어디서든 해당 쇠고기의 개체식별정보, 등급정보, 품질 정보를 제공하는 시스템을 운영하고 있다.

일본 축산물 수출 촉진 협의회는 수출 쇠고기에 대한 개체식별정보와 등급정보를 수입국의 유통업자 및 소비자에게 제공한다. 가축개량센터를 통하여 생우 관리자 및 도축자로부터 해당 쇠고기의 출

〈그림 4-10〉 일본 수출용 쇠고기 이력추적제도



자료: 農林水産業(2016), p.62.바탕으로 저자 재작성

생년월일, 사육지, 도축장 등의 정보를 제공받는다. 또한, 일본 식품 격부협회로부터 해당 쇠고기의 육질 등급 및 수율 정보에 대한 정보를 제공받는다. 해당 시스템에는 일본 측 쇠고기 공급업자로부터 제공된 단독 정보를 볼 수 있는 기능도 부가되어 있다. 새로이 통일된 'All Japan 마크' 밑에 공급업자별 독자성도 어필할 수 있어서 보다 진화된 쇠고기 수출 마케팅 전략을 취하고 있다.

(2) 쇠고기 원산지 표시제도

쇠고기 원산지 표시제도는 「농수산물의 원산지 표시에 관한 법률」(이하 「원산지표시법」)에 의거하여 시행되고 있다. 「원산지표시법」은 농산물, 축산물, 수산물 등 651개 품목을 대상으로 하며 소비자의 알권리 보장 및 공정한 거래를 유도하는 것을 목적으로 한다. 「원산지표시법」은 품목별로 서로 다른 법률에 의하여 원산지 표시제도가 운영됨에 따라 발생하는 행정적 비효율성을 해결하고자 2010년 제정되었다. 농축수산물 및 가공식품에 대한 원산지 표시규정은 「농산물품질관리법」과 「수산물품질관리법」에 따랐으며, 식품접객업에서의 쌀·김치류 및 육류에 대한 원산지 표시규정은 「농산물품질관리법」과 「식품위생법」을 따랐다. 특히 축산물은 「농산물품질관리법」과 「식품위생법」에서 서로 다른 원산지 표시규정을 제시하고 있어 제도의 일원화된 집행이 어려웠다. 이에 「농산물품질관리법」, 「수산물품질관리법」 및 「식품위생법」에서 규정하고 있는 원산지 표시에 관한 관련규정을 통합하여 제시한 것이 「원산지표시법」이다.

「원산지표시법」 제5조제1항에 따라 원산지를 표시해야 하는 주체는 쇠고기 및 쇠고기 가공품 수입자, 쇠고기 생산·가공하여 출하하거나 판매(통신판매 포함)하는 자, 판매할 목적으로 보관·진열하는 자이

다. 원산지표시제도 대상업소는 「원산지표시법」 제5조제3항에 따라 동법 시행령 제4조에 의해 정의되며, 일반음식점(일반음식점, 뷔페, 예식장, 장례식장 등), 휴게음식점(패스트푸드점, 분식점 등), 위탁 급식영업, 집단급식소(학교, 기업체, 기숙사, 공공기관, 병원 등 상시 1회 50명 이상 급식) 등이다.⁶⁹⁾

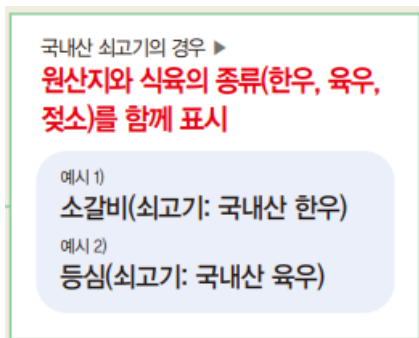
국산 쇠고기의 경우 “국산”(또는 “국내산”) 또는 생산·채취·사육한 시·도나 시·군·구를 표시해야 하며, 업소에서는 원산지와 함께 식육의 종류를 별도로 표기해야 한다(〈그림 4-11〉참조). 수입 쇠고기 또는 가공품의 경우, 「대외무역법」에 따른 통관 시의 원산지에 따라 표시해야 한다. 가공품은 표시대상 원료 중 배합 비율이 높은 1~3순위에 국내 가공품인 복합원재료를 사용한 경우 그 복합원재료의 원료 두 가지를 표시하는 것을 원칙으로 한다.⁷⁰⁾

최종 소비자들은 앞서 살펴본 쇠고기이력추적제도 상에서 쇠고기의 원산지에 대한 정보를 확인할 수 있다. 이에 업소에서 사용하지 않는 국산 쇠고기의 경우, 이력추적제도만으로도 원산지를 표시한 것으로 간주하고 있다.

69) 「원산지표시법」 시행령 제4조에 따르면 원산지 표시를 하는 주체는 「식품위생법 시행령」 제21조 제8호 가목의 휴게음식점영업(주로 다류(茶類), 아이스크림류 등을 조리·판매하거나 패스트푸드점, 분식점 형태의 영업 등 음식류를 조리·판매하는 영업으로서 음주행위가 허용되지 아니하는 영업), 같은 호 나목의 일반음식점영업(음식류를 조리·판매하는 영업으로서 식사와 함께 부수적으로 음주행위가 허용되는 영업) 또는 같은 호 마목의 위탁급식영업(집단급식소를 설치·운영하는 자와의 계약에 따라 그 집단급식소에서 음식류를 조리하여 제공하는 영업)을 하는 영업소나 같은 법 시행령 제2조의 집단급식소를 설치·운영하는 자를 말함.

70) 국립농산물품질관리원(검색일: 2020. 6. 24)

〈그림 4-11〉 쇠고기 원산지 표시제도 (예)



자료: 국립농산물품질관리원(검색일: 2020. 6. 24)

2) 품질관리 정보

축산물 안전관리인증기준(HACCP) 및 「축산물 위생관리법」, 축산물의 가공기준 및 성분규격 고시전문 (제2017-24호, 2017. 4. 14)에서 규정하고 있는 쇠고기 품질관리 요건을 바탕으로 수집 가능한 정보를 조사하였다. 제2장에서 살펴본 축산물 HACCP 인증제도는 제조, 가공, 포장 등 각 노드별 온도 및 습도 관리에 대한 것이다. HACCP 인증을 받기 위해서는 각 노드별 온도관리계획 및 습도관리계획 (필요시)을 수립하고, 이를 측정할 수 있는 온도계 설치 및 계획에 따른 주기적인 모니터링을 수행해야 한다.

「축산물 위생관리법」, 축산물의 가공기준 및 성분규격 고시전문 (제2017-24호, 2017. 4. 14)은 축산물의 가공형태별 냉장/냉동 보존 및 유통온도를 규정하고 있다. 원료육은 냉장 시 5℃이하를 유지해야 하며, 냉장식육의 보존 및 유통온도는 -2~10℃(가금육 -2~5℃), 냉동 식육제품은 -18℃이다. 식육가공품 및 포장육의 적정 냉장/냉동보존 및 유통온도도 식육 기준과 동일하다. 고시전문에서는 도축장 및 가

공장 실내온도 및 작업육의 심부온도에 대한 규정도 하고 있다. 식육 가공품 및 포장육의 작업장 내 실내온도는 15℃ 이하로 유지해야 한다. 또한 원료육의 정형, 냉동 원료육의 해동은 고기의 중심부 온도가 10℃를 넘지 않도록 유지해야 한다.

〈표 4-3〉 쇠고기콜드체인 단계별 품질 및 위생 관리 관련 법

「축산물 위생관리법」 제4조제2항 ↓ 축산물의 가공기준 및 성분규격 고시전문 (제2017-24호, 2017.4.14.)		
구분	주요 내용	
내수용/수입용	원료육	• 냉장 시 5℃ 이하 유지
	식육	• 냉장보존 및 유통온도 -2~10℃ • 냉동보존 및 유통온도 -18℃ 이하
	식육가공품, 포장육	• 냉장보존 및 유통온도 -2~10℃ • 냉동보존 및 유통온도 -18℃ 이하
	도축장 및 가공장	• 실내온도 15℃ 이하 • 고기 중심부온도 10℃ 이하
수출용	• 축산물의 가공기준 및 성분규격 고시전문(제2017-24호, 2017. 4. 14) 또는 수입자가 요구하는 기준, 가공기준 및 성분규격	

자료: 식품의약품안전처(검색일: 2020. 6. 5); 국가법령정보센터(검색일: 2020. 6. 24) 바탕으로 저자 재작성

2019년 식품콜드체인협회는 식품콜드체인 운송서비스 지침을 표준으로 제정했다. 배차, 검수, 상차, 운송, 하차 등 콜드체인운송 프로세스별 지침과 품질관리를 위한 기준온도, 리드타임 등에 대한 기준에 대해 명시하였다. 하지만 이 표준은 콜드체인 관련자들에게 방향성만 제시할 뿐, 세부적인 기준에 대한 내용은 부재한 실정이다. 예를 들면, 기준온도의 경우 상품별 적정온도에 대한 상세한 기준이 명시되어 있는 것이 아니라, 운송 중 적재함 내부 및 식품 기준온도와 표준편차는 화주 및 운송사업자간의 협의에 따른다는 간략한 행동지침만 제시하고 있다.

일본은 품질 유지 차원에서 주로 일본냉동식품협회의 「냉동식품자주적취급기준」 권고사항을 따르고 있으며, 식육보존온도, 운송, 소량 냉동식품 운송과 관련한 규정이 마련되어 있다. 후생노동성(厚生労働省) 「식품위생법」 제11조제1항에서는 식육(食肉) 규격기준에 근거하여 식육의 보존기준을 규정하고 있다.⁷¹⁾ 또한 일본의 국토교통성(国土交通省) 창고업법(倉庫業法) 분류에 따라 신선식품의 물류에서 배송 및 보관 시의 적정온도를 명시하고 있다.

운송과 관련해서 일본은 2013년 식품의 안전을 보장하기 위해 후생노동성(厚生労働省) 「식품위생법」 제50조제2항에 기초한 식품 사업자가 실시해야 하는 관리운영기준에 관한 지침(가이드라인)을 제정하여 운영하고 있다. 이외에도 콜드체인 운송트럭은 일본공업규격의 물류용으로 규격화되어 있어 냉장·냉동자동차는 차체의 크기와 보냉 성능에 따라 구분되고 있다. 또한 소량 냉동식품 운송을 위한 지침 온도도 따로 마련되어 있는 실정이다.

미국 또한 축산물 콜드체인 가이드라인을 통해 전 운송과정, 보관 창고, 운송차량 관리, 감독관의 안전 교육 등에 대해 규정하고 있다.⁷²⁾ 가이드라인은 운송과정에 대한 플로우차트 작성, 이를 위한 위생 및 안전관리 평가, 관리 감독자 교육(식품의 위생, 운송, 취급 및 보관 관련 교육)등에 대해 규정하고 있다. 식품보관창고는 외부 접근 제한 하에 적절한 온도, 청결 상태가 유지되어야 하며, 해충 등으로 인한 오염으로부터 보호될 수 있도록 체계적인 프로그램이 운영되어야 한다.

71) 냉장고기는 4℃ 이하에 보존해야 하고 냉동육에 대해서는 -15℃ 이하에서 보존해야 함.

72) 미국의 농림부 산하 식품 안전 검역청에서는 콜드체인의 관리 및 운영과 관련하여 식품 운송, 저장 및 유통 전반에 관한 가이드라인을 제공하고 있음. 가이드라인은 콜드체인과 관련한 법률에 비해 강제성은 약하지만 구체적인 지침(품목별, 상황별)에 대해 명시하고 있음(United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service).

또한 식품 운송 차량은 외부 오염물질로부터 보호될 수 있도록 규제에 따라 설계되어야 하며, 청결은 필수적으로 유지되어야 한다. 화물 적재 전, 적재 시에도 적절한 관리가 이루어져야 하는데 외부 오염물질로부터의 보호, 적정온도 유지, 청결 등과 관련된 수칙을 준수해야 한다. 운송 중에도 정기적인 온도 모니터링이 필수이며, 특정 시간(매 4시간)마다 제품 상태를 기록해야 한다. 하역 시에는 오염된 제품에 대한 안전한 취급 및 폐기 절차를 준수해야 하는 등 콜드체인 전 분야에 있어 철저한 운영·관리가 이루어지고 있다.

〈표 4-4〉 미국 축산물 콜드체인 가이드라인 요약

구분	주요 내용
(운송과정) 위생 및 안전 관리계획	• 전 운송과정을 표기하는 플로우차트를 작성을 통한 위생 및 안전관리 평가 • 부패 및 오염 방지를 위한 모니터링 시스템 구축 등
식품 안전 교육	• 식품 위생, 운송, 취급 및 보관 관리감독자에 대한 훈련 시행 등
식품 보관 창고 안전시스템	• 식품보관창고 내 적절한 온도 제어 시설 구비 등
운송 차량 관리	• 운송 차량에 대한 정기적인 소독관리 등 • 외부 오염물질로부터의 차단 시스템 구축 등
적재 전 관리	• 청소 및 소독 관리 • 적재 전 차량 점검 필수 등
적재 시 관리	• 외부 감염요인으로부터 상품 보호 조치 등
운송 중 관리	• 4시간마다 차량 온도 및 기능 점검 등
하역 시 관리	• 박테리아 발생에 대한 테스트 시행 등

자료: 저자 작성

3) 스마트 계약정보

수출입 과정에 참여하는 수출업자, 수입업자, 선주, 보험사, 금융사 등 다양한 기업과 중개 기관들은 무역과 관련 많은 서류를 처리하고 있으며, 이에 소요되는 최대비용은 해상운송 비용의 약 1/5 수준이

다. 블록체인 기술을 기반으로 한 스마트계약은 수출입과정에서 발생하는 모든 계약, 계약 검증, 계약 이행 등이 중간개입자의 실행조건 확인 없이 이루어지므로 서류작업에 대한 비용 절감이 가능하다. 또한 동일한 정보를 네트워크 참여자 간 사전협의를 통해 동시에 공유할 수 있어 수출입 절차의 효율화, 서류 보안성 강화 등의 효과를 기대할 수 있다. 이에 본 연구에서는 기존 쇠고기 수출입 과정에서 발생하는 계약, 서류 등을 살펴봄으로써 스마트계약 형태로 처리가 능한 정보를 정의하고자 한다.

다음 <그림 4-12>, <그림 4-13>은 쇠고기 수출입 프로세스 및 각 노드별 서류작업을 요약한 것이다. 수출의 경우 화주는 제품생산 및 포장, 배차 및 선사 부킹 요청에서 도착국 항만도착 전 선적서류 및 B/L 수취까지의 업무 수행이 필요하다.⁷³⁾ 물류사는 배차 및 선박 부킹 오더 접수부터 수입자 창고 위치 확인까지의 업무 수행이 필요하다.⁷⁴⁾ 수입의 경우에도 화주는 검역/통관 요청, 보세창고로의 컨테이너 이동, 화주사 창고 및 공장 제품 투입 등의 업무가 필요하다.⁷⁵⁾ 물류사는 화주로부터 검역/통관 희망일 확인에서부터 보세창고 사전준비, 통관 진행 등의 절차를 수행해야 한다.⁷⁶⁾ 즉 한 번의 해상운송을

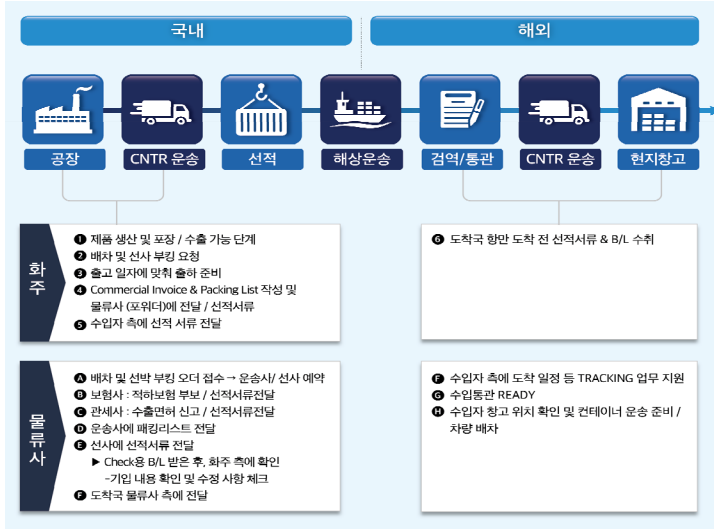
73) 화주: 1. 제품 생산 및 포장 / 수출 가능 단계, 2. 배차 및 선사 부킹 요청, 3. 출고 일자에 맞춰 출하 준비, 4. Commercial Invoice & Packing List 작성 및 물류사 (포워더)에 전달 / 선적서류, 5. 수입자 측에 선적 서류 전달, 6. 도착국 항만 도착 전 선적서류 & B/L 수취.

74) 물류사: 1. 배차 및 선박 부킹 오더 접수 → 운송사/ 선사 예약, 2. 보험사: 적하보험 확보 / 선적서류 전달, 3. 관세사: 수출면허 신고 / 선적서류전달, 4. 운송사에 패키리스트 전달, 5. 선사에 선적서류 전달(Check용 B/L 받은 후, 화주 측에 확인, 기입 내용 확인 및 수정 사항 체크), 6. 도착국 물류사 측에 전달, 7. 수입자 측에 도착 일정 등 TRACKING 업무 지원, 8. 수입통관 READY, 9. 수입자 창고 위치 확인 및 컨테이너 운송 준비 / 차량 배차.

75) 1. 도착항 입항일 기준 2~7일 전 ARRIVE NOTICE (선사 → 물류사 → 화주), 2. A/N 수취 후, 검역/통관 요청, 3. 부두직통관 일 경우, 검역/통관 시행하며 지정된 통관사가 검역관 신청 및 세관에 신고하여 수입 허가 처리, 4. 보세진행 시, 지정된 보세창고로 컨테이너 및 화물 이동, 5. 화주사 창고 및 공장 제품 투입.

76) 1. 화주로부터 검역/통관 희망일 확인 후, 검역/통관 일정 확보 (관세사 측에 요청), 2. 보세창고 사전 준비 및 공간 확보, 3. 식품일 경우, 검역소 검역신청 및 출장 일정 확인, 4. 식품검역완료 또는

〈그림 4-12〉 수출 프로세스



자료: SPC GFS 한주현 팀장(2020.10.12., 대한민국 서울)을 바탕으로 저자 작성

〈그림 4-13〉 수입 프로세스



자료: SPC GFS 한주현 팀장(2020.10.12., 대한민국 서울)을 바탕으로 저자 작성

일반품일 경우, 바로 통관 진행 (관세사 세관 신고), 5. 통관 완료 후, 화주 측에 즉시 통보하고 제품 수취 희망일 확인 후, 차량 배차.

위해서는 여러 주체 간 계약, 여러 기관의 승인/신고(위생증, 검역증, 통관신고 등) 등이 개별적으로 수행되고 있는 실정이다.

4) 항공 및 해상운송 데이터 연계

2018년 기준 우리나라 신선식품의 99%는 해상으로 운송되고 있으나 쇠고기의 경우, 수출물량 100%가 항공으로 운송되고 있다. 이는 냉장 쇠고기만을 수출한다는 한우수출협회의 전략 때문인 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 장기적인 관점에서 쇠고기 수출시장 확대를 위해서는 냉동시장을 지속적으로 배제할 수 없다는 점, 수입쇠고기의 대부분이 냉동제품이며 해상으로 운송된다는 점 등을 고려하여 항공뿐 아니라 해상운송구간에서의 콜드체인 모니터링 현황에 대해서 살펴보고자 한다.

한우수출협회는 쇠고기 수출 시, 온도관리가 가능한 RKN 컨테이너(온도조절 가능한 LD3), MYX BOX(온도조절 가능한 소형 상자)의 사용을 장려하고 있다. 그러나 실질적으로는 RKN 컨테이너의 수량 부족 및 높은 비용 때문에 이를 사용하는 업체는 많지 않은 것으로 파악되었다.⁷⁷⁾ RKN 컨테이너는 배터리(1.5V 배터리 16개 장착)로 팬을 가동시켜 냉매(드라이아이스)를 유지하는 방법으로 내부 온도를 조절하며, 온도 조절 범위는 -15~15℃이다. RKN 컨테이너 1회 세팅 시, 최장 48시간까지 온도 유지가 가능하며 배터리 및 드라이아이스를 보충하면 온도유지 기간을 연장할 수 있다.

다만 컨테이너 온도는 외부 기온 이하로만 설정 가능하며 외부 기온보다 높게는 설정할 수 없다.⁷⁸⁾ 최초 온도 설정 이후 별도의 컨테

77) 대부분의 업체는 아이스팩을 활용하여 온도 유지.(자료:SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19. 대한민국 서울))

이너 상태 모니터링(온도, 습도 등)은 이루어지지 않으며, 요청이 없는 경우 컨테이너에 기록된 상태 정보를 화주, 수출입업자 등에게 별도로 제공하지 않는다.⁷⁹⁾ 즉 RKN 컨테이너를 보관하는 비행기 내부 온도를 3~8℃로 유지하는 것 외에 별도의 상태정보 모니터링, 관리 등은 이루어지지 않고 있다. 그럼에도 불구하고 비행기의 경우, 운송 기간이 선박대비 짧기 때문에 민감한 의약품, 고가의 신선식품 취급이 가능한 것이다. 다음 <그림 4-14>는 RKN 컨테이너 내부(왼쪽), 온도조절장치(오른쪽 상단), RKN 전용 드라이 아이스(오른쪽 하단)에 대한 것이다.

<그림 4-14> RKN 컨테이너 및 RKN 전용 드라이 아이스



자료: SPC 내부자료(SPC GFS 한주현 팀장(2020.10.12. 대한민국 서울)); Korean Air Cargo(검색일: 2020. 11. 2)

78) RKN 컨테이너를 보관하는 비행기 내부는 3~8℃로 유지.

79) 대한항공 최재영 차장(2020.11.2., 대한민국 인천)

해상운송에서 식품콜드체인을 모니터링하는 방법은 <표 4-5>에서 기술된 바와 같이 발전해왔다. 각 방법이 모두 해상운송에서 시도되고 있으나, 여전히 선상에서는 선원의 리퍼 컨테이너 정기순회 방법으로 리퍼 컨테이너 상태(온도, 습도 등)가 모니터링되고 있는 실정이며, 상태 데이터가 선주나 화주에게 해상운송기간 동안에는 전달되지 않는 경우가 대부분이다. 이를 해결하기 위해 머스크(Maersk), OCCL 등은 리퍼 컨테이너의 상태를 인공위성 통신을 통해 화주에게 제공하는 별도의 서비스를 제공하고 있다. 즉각적·지속적인 식품콜드체인 관리를 위해서는 해상운송구간에서도 리퍼 컨테이너의 상태정보를 육상의 화주와 실시간으로 공유할 수 있는 시스템이 필요하며, 이는 스마트 선박의 디지털 해상운송 기술과 연계하여 실현이 가능할 것으로 판단된다.

<표 4-5> 리퍼 컨테이너 모니터링 기술 발전도

모니터링 방법	모니터링 정보	특징
정기순회 점검	• Power on/off • 제상기 동작 유무 • 냉동기 동작 유무 • 컨테이너 현재 온도	• 리퍼 컨테이너 냉동유닛의 Display panel을 수동(사람)으로 기록
전류측정	• Power on/off • 제상기 동작 유무 • 냉동기 동작 유무	• 모든 리퍼 컨테이너에 적용 가능 • 리퍼 컨테이너 상태 모니터링
4-pole	• Power on/off • 제상기 동작 상태 • 냉동기 동작 상태	• 전력 공급선 외에 4-pole 전용선을 냉동컨테이너에 연결하여 모니터링 • 컨테이너 식별정보 모니터링이 어려움
PCT	• 컨테이너 설정 온도(Setpoint) • 순환온도(Return Temp.) • 공급온도(Supply Temp.) • 컨테이너 고유번호 • 제상기 동작 유무 • 이상상태 Alarm 정보	• 전력 공급선을 이용하여 리퍼 컨테이너 상태 정보 확인 • 4-pole보다 많은 정보(현재 설정 온도, 컨테이너 ID 등) 모니터링 가능

모니터링 방법	모니터링 정보	특징
Interrogator Port 이용	• 컨테이너 설정 온도(Setpoint) • 순환온도(Return Temp.) • 공급온도(Supply Temp.) • 컨테이너 고유번호 • 제상기 동작 유무 • 이상상태 Alarm 정보	• Interrogator Port를 이용 컨테이너의 정보를 얻음 • 적하목록과 연계하여 선박 내에서 컨테이너의 위치관리가 가능 • 유무선 네트워크를 활용하여 원격지 서버로 정보 전달 가능

자료: 저자 작성

〈표 4-6〉은 해상운송 중 리퍼 컨테이너 모니터링 가능 정보의 예시를 정리한 것이다. 정보는 리퍼 컨테이너 상태 및 위치 추적관련 데이터로 구분된다. 리퍼 컨테이너 상태 정보로는 리퍼 컨테이너 장비로그 인덱스, 컨테이너 번호, 공급온도, 순환온도, 배터리 잔량, 이상유무, 쇼크, 장비 상태 등이며, 위치 관련 정보는 통신프로토콜 ID, 장비 상태 모니터링 날짜 및 시간, 컨테이너 위/경도 값 등이 있다.

〈표 4-6〉 해상운송 중 리퍼 컨테이너 모니터링 정보 예시

구분	모니터링 정보
Index	리퍼 컨테이너 장비 로그 인덱스
Protocol ID	통신 프로토콜 ID
Container No.	리퍼 컨테이너 번호
Data & Time	장비 상태 모니터링 날짜 및 시간
Location Data	리퍼 컨테이너 위,경도 값
Supply Temp.	공급온도
Return Temp	순환온도
Battery	배터리 잔량
Alarm	리퍼 컨테이너 이상 유무
Shock	쇼크
Device Status	리퍼컨테이너 장비 상태

자료: 저자 작성

항만에서도 리퍼 컨테이너 장치장은 24시간 수동으로 운영되고 있다. 리퍼 컨테이너의 전원공급·차단·보수작업, 온·습도 정보 수집 및 기록작업이 2인 1조 교대근무를 통해 사람이 직접 수행하고 있는 것이다.⁸⁰⁾ 이는 휴면에너지, 업무의 비효율성을 유발할 뿐 아니라 모니터링 요원의 안전과도 직결되는 문제이다. 실제로 2013년 부산항 BNCT 리퍼 컨테이너 장치장에서 인명사고가 발생하기도 했다. 또한 선사가 지정한 리퍼 컨테이너의 온도를 트럭 운전사가 실수로 잘못 입력하여 리퍼 컨테이너가 일반 컨테이너로 분류되어 화물 폐기(식품), 폭발사고(렌즈 첨가제 IPP-27) 등이 발생하였다. 즉, 진정한 의미의 디지털화된 콜드체인 체계를 수립하기 위해서는 항만, 해상운송 구간에서의 정보 연계, 디지털화가 필수적이다. 다음 <그림 4-15>는 항만 리퍼 컨테이너 장치장에서의 리퍼 컨테이너 전원연결장치(왼쪽), 온·습도 모니터링 박스(오른쪽)이다.

<그림 4-15> 항만에서의 리퍼 컨테이너 정보 모니터링



자료: 저자 작성

80) 용문 허승욱 이사(2020.8.13., 대한민국 부산); BDC 배효상 팀장(2020.6.10., 대한민국 부산)

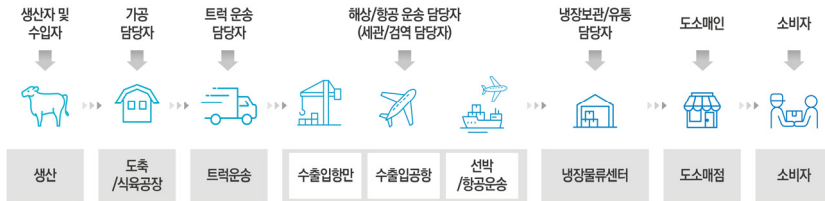
제3절 블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 체계 구축

본 절에서는 블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 체계를 비즈니스 레이어, IoT/블록체인 레이어, 서비스 레이어로 구분하여 정의하고자 한다. 각 레이어 구축은 제2절에서 살펴본 쇠고기의 콜드체인구조 및 정보수집현황 결과를 바탕으로 하였다.

1. 비즈니스 레이어 구축

비즈니스 레이어(business layer)는 국내 쇠고기의 공급망구조를 바탕으로 노드 및 노드별 참여 주체를 정의하는 단계이다. 우리나라의 내수용 쇠고기, 수입용 쇠고기, 수출용 쇠고기콜드체인을 일반화하면 <그림 4-16>과 같이 일곱 가지 노드로 구분할 수 있다. 노드는 ‘생산→도축/식육공장→트럭운송→수출입항만/공항,선박/항공운송→냉장/냉동물류센터→도소매점→소비자’로 정의하였다. 각 노드별 참여주체는 ‘생산자 및 수입자, 가공 담당자, 트럭 운송담당자(내륙운송), 해상/항공 운송담당자, 세관/검역 담당자, 냉장보관/유통담당자, 유통담당자, 도소매인, 소비자’ 등이다.

〈그림 4-16〉 쇠고기의 비즈니스 레이어(Business Layer)



자료: 저자 작성

비즈니스 레이어의 각 노드 및 참여 주체를 기준으로 IoT/블록체인 레이어, 서비스 레이어 구축이 가능하다. 쇠고기 소비자들이 제품의 유통이력을 확인하기 위해서는 비즈니스 레이어 모든 단계의 참여 주체들이 주요 유통이력 정보를 생성해야 한다. 현재 시행되고 있는 축산물이력추적제도 또한 소 출생신고, 사육정보, 위생검사결과, 육질등급 등에 대한 정보를 각 단계별 참여 주체가 제공하고, 이를 바탕으로 최종 소비자가 12자리 코드를 통해 이력정보를 확인하는 방식이다. 기존 제도와 본 연구의 주요 차별점은 참여 주체의 정보 제공 방식의 변화(IoT 레이어), 정보의 신뢰도 확보(블록체인 레이어), 진정한 의미의 콜드체인관리를 위한 정보 제공(IoT 레이어), 소비자뿐 아니라 참여자의 업무 효율성 증진을 위한 정보 제공(서비스 레이어) 등이다.

2. IoT/블록체인 레이어 구축

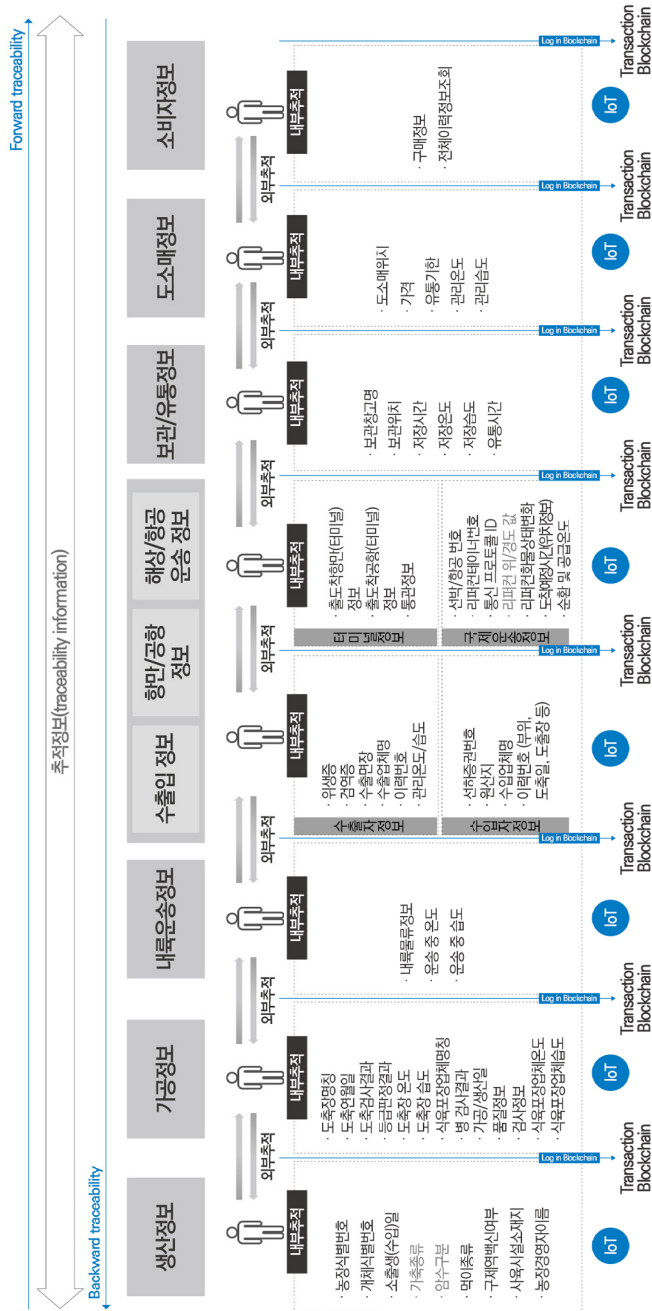
1) IoT 추적 레이어

(1) 쇠고기의 IoT 추적 레이어 및 필수 정보 정의

비즈니스 레이어의 각 노드 및 참여 주체로부터 이력관리정보, 품질관리정보, 스마트계약정보를 블록체인 플랫폼에 수집·저장하기 위해서는 IoT 센서를 기반으로 한 IoT 추적 레이어(IoT traceability layer)를 구성하는 단계가 필요하다. IoT 레이어에서는 ① 블록체인 플랫폼에 연동시킬 정보를 비즈니스 레이어 노드별, 참여 주체별로 정의하고 ② 각 정보의 수집 방법을 결정한다.

앞서 살펴본 쇠고기 이력추적, 품질관리, 스마트계약, 해상운송구간에서의 정보를 비즈니스 레이어 노드별로 구분하면 다음 <그림 4-17>과 같다. 다만 생산단계의 가축 종류, 암수 구분 정보는 개체식별번호에 포함되어 있으므로 최종 IoT 레이어에서는 제외하고자 한다. 또한 국제운송구간의 리퍼컨 위·경도 정보는 도착예정시간(위치정보)과 같은 목적으로 활용될 것이므로 위치정보로 통합하였다.

〈그림 4-17〉 쇠고기의 IoT 추적 레이어(IoT traceability layer)



주: 그림에 표시된 정보는 현재 수집 가능한 모든 정보를 현재 비즈니스 레이어 노드별로 구분한 것이며, 화색으로 표시된 정보는 최종 체계 구축 시 제외되거나 통합되는 정보임

자료: 자사 작성

정보를 수집하는 방법은 크게 참여 주체 등이 직접 입력하거나, IoT 디바이스로 자동 수집하는 두 가지로 구분된다. 첫 번째 데이터 수집 방법은 참여 주체 또는 중개업체가 직접 블록체인 플랫폼에 접속하여 해당 데이터를 등록하는 방법이다. 이 방식은 새로운 디바이스, 시스템을 설치할 필요 없이 플랫폼에서 제공하는 사이트 혹은 단말기에 입력하므로 사용자 도입 저항이 적고, 신규 투자가 필요 없기 때문에 비용 측면에서 유리하다. 하지만 이는 블록체인 플랫폼에 등록되기 이전의 데이터에 대해서는 위변조 위험, 신뢰도를 보장할 수 없다는 한계를 가진다. 즉, 중장기적으로는 사람의 개입이 최소화된 정보 수집이 이루어져야 할 것이다.

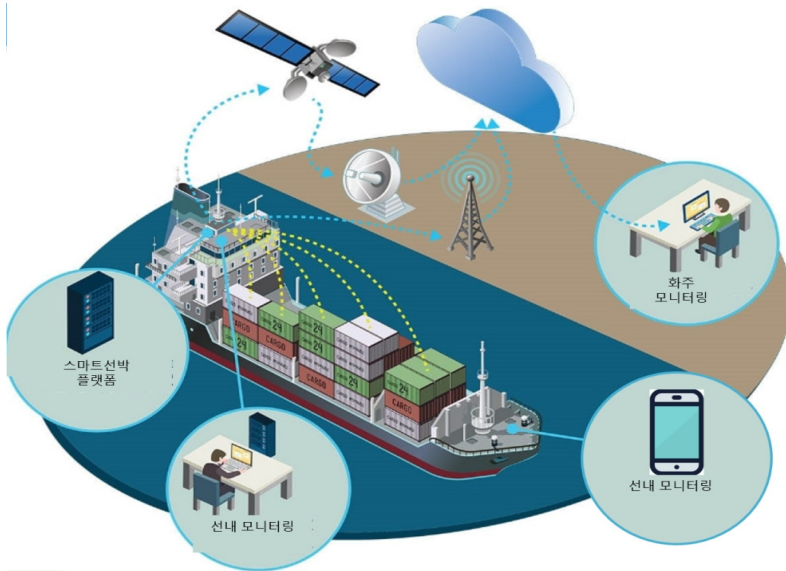
두 번째 방법은 IoT 디바이스를 설치하여 실시간 혹은 정해진 시간마다 데이터를 수집하고 블록체인 플랫폼에 자동으로 업로드하는 방식이다. 예를 들면 트럭 내부 온/습도를 기록하는 실시간 IoT 통신, 센싱장비를 부착함으로써 내륙운송 중 온/습도 정보를 수집하고, 이는 네트워크 통신망을 이용하여 블록체인 플랫폼에 자동으로 등록될 것이다. IoT 디바이스를 활용한 정보수집 방법은 진정한 의미에서 데이터 신뢰도 확보, 위변조 등을 방지할 수 있다는 장점이 있다. 다만 비용적, 제도적 이슈로 인해 단기적으로 모든 정보를 IoT 디바이스로 연계하는 것은 한계가 있으므로 정보의 중요도, 기술 적용가능성 등을 고려하여 IoT 디바이스로 수집하고자 하는 정보를 결정할 필요가 있다.

(2) 해상운송 연계 정보 정의

최고기의 유통과정 중 부패방지, 품질 보존을 위해서는 $0\sim4\pm1^{\circ}\text{C}$ 로 온도를 유지하는 것이 필요하다. 수입자와 소비자들은 해상운송을 포함하여 전 공급사슬 구간 동안 적정온도로 유지되어 운송되었는지 관심이 커지고 있다. 특히 해상구간에는 냉장컨테이너에 부착된 MG Set(Motor Generator Set)가 사전에 설정된 온도에 맞게 냉기를 공급하고 있다. 해상 운송 기간 중 적정온도를 유지했는지를 판단하기 위해서는 온도 기록지를 확인해야 하는데, 선사 등을 포함한 운송인은 화주에게 온도 로그 정보를 제공하지 않고 있을 뿐만 아니라 정보 확인을 위해서는 번거롭다. 또한 작업자가 잘못된 온도 정보를 실수 혹은 고의로 입력이 가능한 형태이다.

콜드체인 데이터 중 운송 중 온도 기록지 조작 및 변조, 온습도 데이터 누설 등의 문제를 해결하기 위해서는 블록체인 기술을 적용해야 한다. 운송 중 냉장컨테이너의 온습도를 제어하기 위해서는 블록체인 기술과 함께 실시간 IoT 디바이스를 냉장컨테이너에 부착하여, MG Set 상태에 따라 온습도를 원격으로 제어하는 기능을 포함시켜야 한다. 실시간 IoT 디바이스의 장점은 내륙 운송 구간에서는 이동통신망을 이용하고, 해상 구간에서는 선박에 소형 위성통신 기지국(VSAT: Very Small Aperture Terminal)을 이용하여 실시간으로 온·습도 정보 등을 제공한다는 것이다. 한편 통신기지국이 없는 내륙 및 해상운송 구간에서는 데이터를 일정 시간마다 수집·축적 후, 통신이 가능한 장소에서 일괄적으로 데이터 전송이 가능하다. 다음 <그림 4-18>은 이를 요약한 것이다.

〈그림 4-18〉 해상운송 중 냉장컨테이너 모니터링을 위한 네트워크 구축도



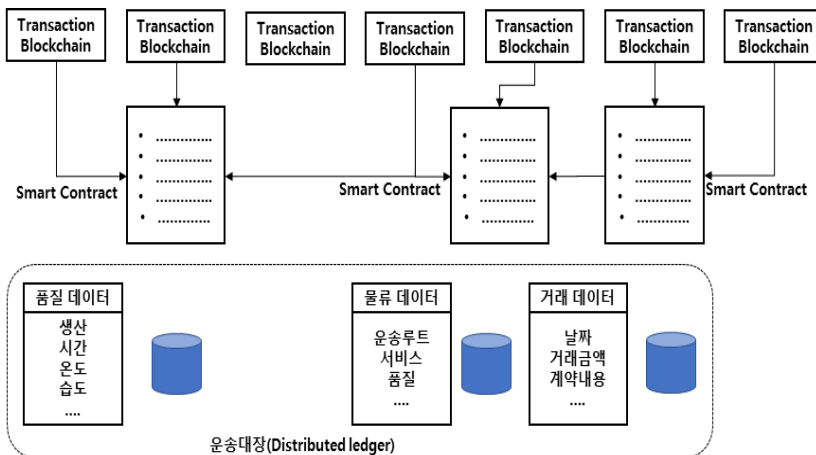
자료: 저자 작성

해상운송 구간에서의 리퍼'권' 상태가 자동으로 업데이트되고, 정보의 신뢰성이 보장된다는 장점에도 불구하고 화주와 포워더 입장에서선사 소유의 컨테이너에 탈부착형 IoT 디바이스를 화물 선적 시점에 부착하는 투자 비용, 수입지 화물 인도 시점에 디바이스 탈착·회수 실패에 대한 부담감이 있다. 컨테이너를 소유한 선사가 IoT 디바이스를 부착하고 전체 공급사슬의 정보를 제공하는 것이 이상적이나 선사 입장에서는 운송구간에서 발생할 수 있는 문제점이 투명하게 공개되는 것에 대한 부담을 가지고 있다. 그러므로 블록체인에서 관리할 정보를 확보하기 위해서는 IoT 디바이스 부착이 되어야 하는데 이를 위해서는 참여자들 간의 디바이스 비용부담 주체, 정보 제공 범위, 형태, 문제 발생 시 처리방안 등에 충분한 논의가 선행되어야 한다.

2) 블록체인 단계

IoT 추적 레이어 다음 단계는 블록체인 레이어(blockchain layer)이다. 참여자 간 협의를 통해 블록체인 프로토콜 표준(hyperledger Fabric 등)을 설정하고, 공급사슬 내 관리정보, 정보 연계 방법 등을 설정한 후 플랫폼을 구현한다.

〈그림 4-19〉 쇠고기의 블록체인 레이어(blockchain layer)

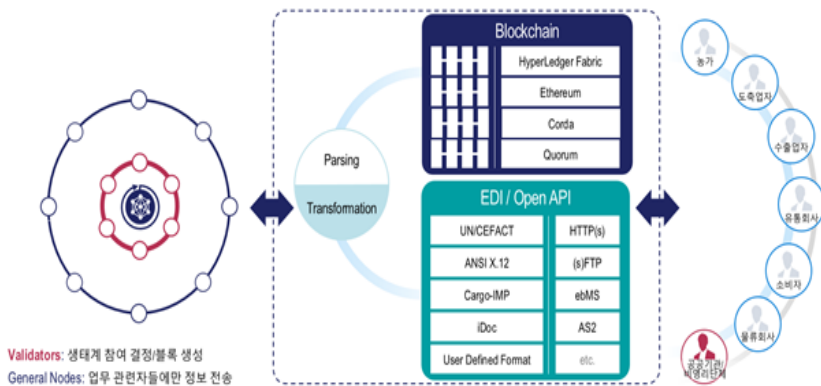


자료: 저자 작성

다수의 블록체인 플랫폼 기업들이나 업계 관련자들이 공급망에 관련된 이해 관계자들은 위변조 없는 물류/유통 데이터를 공유하기 위해서는 모든 참여자가 블록체인 기반으로 정보를 연계해야 한다고 언급하고 있다. 그러나 블록체인을 기반으로 한 정보 연계가 참여 기업/기관들 간 정보 정합성을 보장해준다는 측면에서 기존 전통적 EDI/OPEN API 방식에 비해 장점이 있는 것이 사실이지만, 블록체인 기반 정보 연계 방식으로의 전환을 위해서는 블록체인 구조적 특징

에서 기인하는 상호 운용성에 대한 이슈 및 지속적으로 증가하는 블록 저장소의 효율적 관리 등 해결이 필요한 사항들이 있다. 장기적으로는 블록체인 기술이 발전됨에 따라 이러한 이슈가 자연스럽게 해결될 수 있겠지만, 현실점에서는 블록체인으로 관리해야 할 기술과 모니터링이 필요한 물류 정보 등을 구분하고, 전통적 EDI 방식과 블록체인 방식을 모두 수용하는 하이브리드 형태의 정보 연계 플랫폼이 현실적일 것이다.

〈그림 4-20〉 EDI 방식과 블록체인을 혼합한 하이브리드 형태의 플랫폼



자료: 삼성 SDS 양영태 프로(2020.8.16., 대한민국 서울)

전 세계적으로 많이 사용되는 블록체인 플랫폼의 프로토콜 표준은 하이퍼렛저(Hyperledger Fabric), 에더럼(Ethereum), 코다(Corda), 쿼럼(Quorum) 등 네 가지이다. 블록체인 플랫폼을 구축하기 위해서는 각 플랫폼 특징을 파악하고, 관리하고자 하는 기능에 맞는 플랫폼을 선정하는 것이 중요하다.

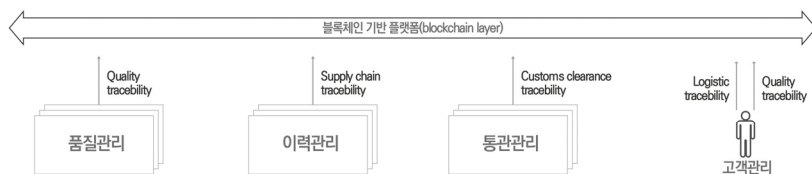
IBM이 제공하는 식품 블록체인인 Food Trust는 중앙집중형 방식으로 블록체인의 중립성 측면의 장점은 없으나, 블록체인 소유주인

IBM이 수집된 데이터를 활용한 분석이 용이하다. 이에 반해 공개형 플랫폼은 다수의 이해 관계자의 참여가 가능하고 특정 기업의 이들을 위하지 않는 중립성을 가지는 장점은 가지고 있으나, 구조가 기업 환경에 맞지 않는 경우가 존재한다. 이에 블록체인 구성 시 공개형, 중앙집중형 중에서 목적에 맞게 선택하는 것이 필요하다.

3. 서비스 레이어 구축

마지막 단계인 서비스 레이어는 블록체인 플랫폼에 수집된 정보를 바탕으로 품질관리, 이력관리, 통관관리, 고객관리 등의 서비스를 인터넷 혹은 모바일 앱으로 제공하는 것이다. 본 연구에서는 서비스 제공대상별 서비스개요, 제공 방법 등에 대해 정의하고자 한다.

〈그림 4-21〉 쇠고기의 어플리케이션 레이어(application layer)



자료: 저자 작성

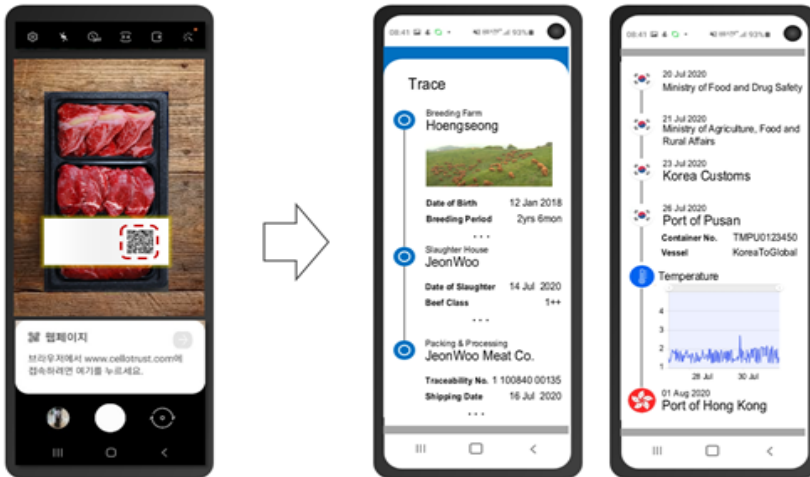
1) 최종 소비자_이력정보, 품질정보 제공

쇠고기 최종 소비자들에게 쇠고기의 품질정보, 이력정보를 스마트폰 앱으로 제공함으로써 제품에 대한 신뢰도를 제고시킬 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해서는 IoT 추적 단계 설정에서 제품 포장 단위 혹은 소분·가공 포장 단위별로 QR코드를 생성하고 라벨을 부착

하는 작업이 필요하다.

실제로 전복생산자 조합 회사인 '청산바다'는 전복의 양식, 가공, 유통, 수출단계별 정보를 효율적으로 관리하기 위해 삼성 SDS와 공동으로 블록체인 플랫폼 기반의 시범사업을 수행하였다. 이들은 시범사업을 통해 전 구간에 대한 정보 추적이 가능해짐에 따라 청산바다 전복 제품에 대한 소비자 신뢰도가 상승했다고 응답하였다. 또한 본 연구에서 실시한 소비자 설문조사 결과, 한국·미국·홍콩 3개국 소비자들은 이력정보, 온도정보, 원산지정보가 제공되는 쇠고기 제품에 대한 선호가 그렇지 않은 제품 대비 더 높은 것으로 조사되었다.

〈그림 4-22〉 한우 수출품에 대한 소비자 유통이력 예시



자료: 삼성 SDS 양영태 프로(2020.8.16., 대한민국 서울)

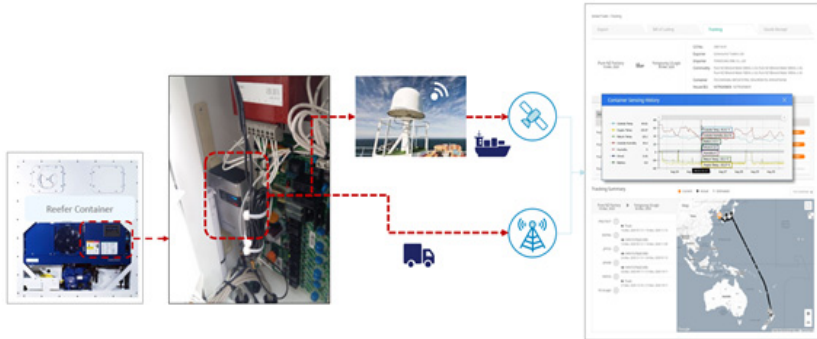
2019년 기준 우리나라 쇠고기 수출량은 230,050kg으로 수입량 374,333톤 대비 현저히 낮은 수준이다. 또한 우리나라 쇠고기의 대부분을 수출하고 있는 홍콩에서, 한우는 고급육 시장을 타계팅하고 있으나 일본 와규 대비 인식도나 시장점유율이 낮은 실정이다. 즉, 우리 쇠고기의 고급화, 해외시장 확대를 위해서는 우선적으로 쇠고기 품질 및 안전성에 대한 신뢰도 있는 정보 제공, 이로 인한 최종 소비자의 인식변화가 필요한 시점이다.

2) 화주 및 포워더 등 참여자_이력정보, 스마트계약 정보

화주 및 포워더 등 쇠고기 공급망 참여자 역시 제품의 유통이력정보가 실시간·지속적으로 제공됨으로써 업무의 효율성을 증진시킬 수 있다. 또한 수출입과정에서 발생하는 많은 양의 서류 업무를 블록체인 기술기반 플랫폼을 통해 해결함으로써(스마트계약 정보) 신속한 업무 처리가 가능할 것이다.

블록체인 기반 쇠고기 관련 유통정보를 화주, 포워더에게 제공하기 위해서는 농가부터 수입업체에 이르기까지 필요한 정보를 정의하고, 해당 정보를 수집하기 위한 IoT 디바이스를 설치한 후 물류정보 시스템, 축산물 이력관리 시스템, 콜드체인 모니터링 시스템 등과의 연계가 필요하다. 예를 들면 화주 및 포워더가 해상운송 중 냉장컨테이너의 정보를 추적하기 위해서는 IoT 디바이스를 컨테이너에 부착하고, 통신기지국과의 통신을 통해 정보를 수집한 후 온·습도 모니터링 및 물류 시스템과의 연계를 통해 화주와 포워더가 모바일 혹은 웹 상에서 필요한 정보를 확인하도록 해야 한다.

〈그림 4-23〉 해상운송구간 온습도 정보 모니터링 화면 예시



자료: 삼성 SDS 양영태 프로(2020.8.16., 대한민국 서울)

4. 종합

1) 블록체인 기반 쇠고기콜드체인 체계 구축(안)

본 절에서는 앞 절에서 조사된 쇠고기 비즈니스 레이어의 노드별, 참여 주체별 수집 가능한 모든 정보 중 IoT 레이어에 포함시킬 정보를 구분하고, 이를 블록체인 레이어에 연계하는 방법에 대해 구체적으로 살펴보고자 한다. 쇠고기 IoT 레이어에서 최종적으로 다루는 정보의 선정은 ① 콜드체인관리 측면, ② 기술적 측면, ③ 운영적 측면, ④ 수요 측면 등을 기준으로 학계, 산업계 종사자 워크숍을 통해 결정되었다. 일부 정보는 바코드, RFID, IoT 센서 등을 활용하여 블록체인 레이어에 자동으로 연계하고자 하며, 나머지 정보들은 기존 EDI/OPEN API를 적극적으로 활용하고자 한다.

쇠고기 비즈니스 레이어 7단계별 정보정의(IoT 레이어), 블록체인 레이어, 서비스 레이어를 종합정리한 결과는 〈그림 4-24〉와 같다. 생산자 및 수입자 단계(1단계)에서는 한우 유통/물류 이력관리에 블록체인 적용 시, 각 거점에서 사용되는 IoT 장비와 장비에서 수집할 수 있는 데이터

는 상이하다. 예를 들어 생산자(수입자)의 경우 한우(미국/호주산 육우)에 대한 생산정보를 IoT로 제공하기 위해서는 한우의 귀에 부착되어 있는 바코드 혹은 RFID를 통하여 한우의 개체식별번호와 출생정보 등의 제공이 가능하다. 바코드 혹은 RFID에 먹이 종류, 구제역 백신 여부 등을 추가적으로 입력을 해둔 경우에는 IoT 장비를 통하여 시스템에 데이터를 자동 입력이 가능하지만, 그렇지 않은 경우에는 추후 블록체인으로 연동하기 위한 데이터(농장식별번호, 사육시설소재지 등)를 생산자(수입자)의 담당자가 직접 시스템에 데이터를 입력 하여야 한다.

도축/가공 담당자 단계(2단계)는 생산자(수입자)의 경우와 유사하며, 한우가 도축/가공된 포장 제품에 바코드 혹은 RFID 등의 IoT 장비가 부착된 경우에는 도축년월일, 검사결과, 등급판정결과, 가공/생산일, 품질정보, 검사정보 등이 블록체인 플랫폼에 자동 입력이 가능하다. 그 외 정보들에 대하여는 도축/가공 담당자가 블록체인 플랫폼에 등록하고자 하는 데이터를 직접 입력해야 한다.

트럭 운송 담당자(3단계)는 트럭 운송 중 위치와 시간에 따른 온도, 습도 등의 품질 정보의 상태 변화를 실시간으로 전송하기 위해서는 해당 IoT 디바이스 및 통신장비 설치가 필요하다. 운송 중 위치와 시간에 따른 온도, 습도 정보 외에 외부 충격 등의 추가적인 정보가 필요한 경우에는 해당 정보를 센싱할 수 있는 IoT 장비를 선택 또는 추가 적용하면 된다.

해상/항공 운송 단계(4단계)에서는 IoT 장비에서 수집 및 자동 입력이 가능한 데이터는 리퍼컨테이너번호, 통신 프로토콜 ID, 리퍼컨테이너 화물 상태변화, 도착예정시간 및 위치정보, 운송 중 온도/습도이다. 그 외 필요한 수출입 데이터는 각 기관(항만, 공항, 세관)의 정보시스템에 입력된 데이터를 연동(호출)하여야 한다. 또한 수출입

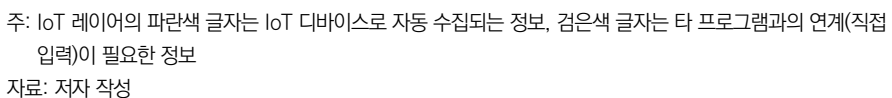
행정의 간소화 및 시간 단축을 위해서는 글자판독 OCR(Optical Character Recognition) 센서를 설치하여 수출면장, 선하증권 정보 등의 자동 입력 기능이 추가되는 것이 필요하다. 이렇게 되면 향후 블록체인 기반 스마트계약 추진 시 용이할 것으로 판단된다.

냉장보관/유통 단계(5단계)에서는 보관위치, 저장시간, 저장온도, 저장습도, 유통운송시간 등이 IoT 센서를 통해 자동으로 블록체인 레이어에 기록이 가능하다. 도소매인 단계(6단계)에서는 IoT 장비를 통하여 수집 및 자동 입력이 가능한 데이터는 관리온도, 관리습도 등이며, 블록체인 적용에 필요하나 포장 상태(규격) 및 IoT 장비에서 수집이 불가능한 데이터들은 도소매인이 직접 정보시스템이 입력하거나, 바코드 혹은 QR 코드를 적용할 수 있다.

IoT 및 블록체인 레이어에 수집된 데이터를 바탕으로 제4절에서 논의되었던 서비스 레이어를 구축하여 최종 소비자 단계(7단계)에서 구매정보, 제품 전체 이력 정보 등의 제공이 가능하다.

본 연구에서는 블록체인 기반 식품콜드체인 구축을 통해 3가지 서비스를 제공하고자 한다. 첫째, 최종 소비자에게 쇠고기 이력추적, 온도추적, 원산지추적 서비스를 접근이 용이한 스마트폰 앱으로 제공하는 안을 제안하고자 한다. 둘째, 플랫폼 참여자인 화주, 포워더 등이 자신의 화물 위치를 파악하고 콜드체인 관리단계에서 문제 발생 시 책임소재 등을 명확히 할 수 있도록 하는 화물 이력추적 서비스를 제안하고자 한다. 이때 서비스는 개인정보를 침해하지 않는 범위 내에서 수행되어야 할 것이며, 순수한 화물의 위치정보, 품질관련 정보(온습도, 리퍼컨 상태 등)를 중심으로 제공될 것이다. 마지막으로 전체 해상운송 비용의 약 20%를 차지하는 서류처리비용을 절감하기 위한 스마트 계약 서비스를 플랫폼 내에서 제공하고자 한다. 복잡한

〈그림 4-24〉 블록체인 기반 쇠고기콜드체인 체계 구축(안)



2) 시사점

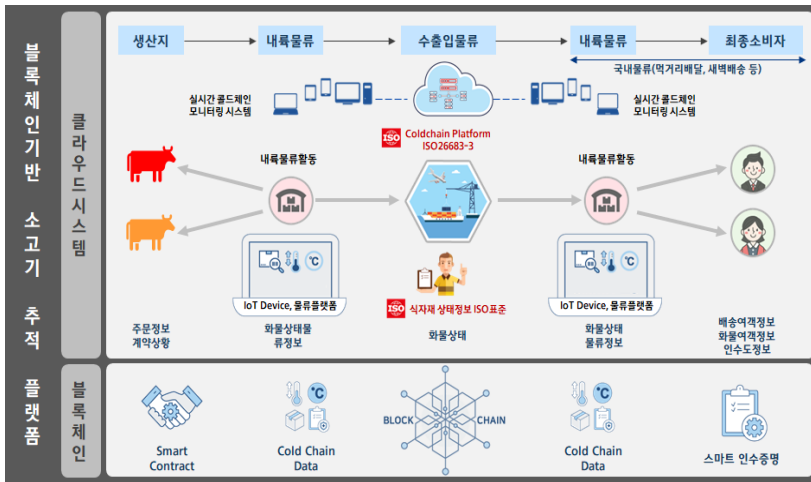
본 연구에서 제안한 블록체인 기반 쇠고기콜드체인 플랫폼의 정제 및 검증을 위한 시범사업이 필요할 것이다. 이를 위해서는 국가 간 협업 및 대국민 공감대 형성, 플랫폼 정보 처리 속도 개선을 위한 기술개발, 관련 스마트 인프라 구축을 위한 재정 지원 등 세 가지 이슈에 대한 고민이 동반되어야 할 것이다.

첫째, 쇠고기 수출입 국가 간 협업 및 수입 쇠고기 정보 추적이 한우 농가에 해가 되지 않는다는 대국민 공감대 형성이 필요하다. 삼성 SDS는 생수와 전복을 대상으로 블록체인기반 물류플랫폼 시범사업을 수행하였다. 생수 시범사업의 경우, 고급시장을 타겟으로 하겠다는 뉴질랜드 수출자와 한국 수입자 간 니즈가 명확하여 시범사업 수행에 대한 협의가 원활하였다. 전복의 경우는 청산바다가 전복생산자 조합 회사이므로 시범사업을 위한 공급망 상 타 참여 주체와의 협의가 용이하였다. 반면 쇠고기의 경우, 수출입 시 블록체인 기반 콜드체인 구축으로 정보 투명성, 추적성 제공에 대한 니즈는 컸지만 실증사업 협상 단계에서 한우 수출의 경우에는 홍콩에서의 물류 추적을 위한 홍콩 유통업체 및 정부와의 협의가 용이하지 않았다. 또한 국민 반감과 수출자 중심의 공급망 특징 때문에 수입의 블록체인 구축 추진이 어려웠다. 즉 우리나라 축산물 산업구조가 가지고 있는 형태를 정확히 파악하고 사업추진주체, 방향 등을 설정할 필요가 있을 것이다.

둘째, 앞서 언급했듯이 데이터를 분산하여 모든 노드에 복제하는 블록체인 특성상 수집하는 데이터의 양이 많아질수록 정보 확인, 스마트계약 이행 속도 등 플랫폼 효율성에 문제가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법 중 하나로 클라우드 기반 시스템과 블록체인 기반 시스템으로 이중화하여 관리하는 시스템이 있다. 예를 들면 스

마트계약, 품질에 영향을 주는 온습도 데이터, 스마트 인수증 등은 블록체인 플랫폼에서 관리하고, 축산물이력제시스템 등에서 관리하고 있는 정보 등은 클라우드시스템에서 관리하는 것도 하나의 방법이다. 그러나 블록체인 기술이 포용 가능한 데이터의 양에 대해서는 여러 전문가들의 의견이 엇갈리는 추세이므로, 사업의 사용 목적, 운영 효율성 등을 고려한 결정이 필요할 것이다.

〈그림 4-25〉 쇠고기의 IoT 추적 레이어 이중화 예시



자료: 지팩스마트로 양현석 대표(2020.8.16., 대한민국 서울)

셋째, 진정한 의미의 ‘데이터 신뢰도’ 제고를 위해서는 블록체인 레이어의 모든 정보가 IoT 디바이스를 활용하여 자동으로 등록되어야 할 것이다. 이러한 체계의 활성화·상용화를 위해서는 기술적 측면뿐 아니라 경제적 측면에서의 니즈도 충족되어야 하는데, 사실상 참여자 입장에서는 IoT 디바이스 투자 비용에 대한 부담이 존재한다. 예를 들면 화주와 포워더의 경우, 선사 소유의 컨테이너에 탈부

착형 IoT 디바이스를 화물 선적 시점에 부착하기 때문에, 수입지 화물 인도 시점에 디바이스 탈착/회수 실패에 대한 리스크가 높다. 즉 플랫폼의 활성화를 위해서는 이를 뒷받침 할 수 있는 스마트 인프라의 구축이 반드시 동반되어야 할 것이다.

제 5 장

기대효과 추정

기대효과 추정의 목적은 블록체인 기술기반 식품(쇠고기)콜드체인 체계 구축 당위성, 콜드체인 노드별 주체들의 체계 참여 필요성을 보다 명확히 제시하기 위함이다. 본 장에서는 서비스 이용자(식품의 최종 소비자)와 서비스 참여자로 구분하여 기대효과를 추정하였다.

제1절 최종 소비자의 기대효과

본 연구에서 제안하는 블록체인 기술 기반 식품(쇠고기)콜드체인 체계는 새로운 개념이므로 서비스 이용자(쇠고기 제품의 최종소비자)의 기대효과 추정을 위한 충분한 데이터(POS 데이터 등)가 축적되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 서비스에 대한 최종 소비자의 지불가능금액(WTP: Willingness To Pay) 및 정보의 경제적 가치 추정을 위해 설문조사를 실시하였다.

1. 소비자 설문조사 설계

우리나라는 총 쇠고기(냉장/냉동) 수입량의 약 50% 이상을 미국에서 수입⁸¹⁾하고 있으며, 우리나라 쇠고기 수출량의 약 60%가 홍콩으로 수출되고 있다.⁸²⁾ 따라서 본 연구에서는 우리나라뿐 아니라 최대 쇠고기 수출입 시장인 미국, 홍콩 등 3개국을 대상으로 설문조사를 수행하고자 한다.

본 연구에서는 CE(Choice Experiment)를 활용하여 소비자들의 WTP 및 선호를 분석하기 위한 설문지를 구성하고자 한다. CE는 시장재 또는 비시장재의 가치를 추정하는데 유용한 방법론이며 (Adamowicz *et al.* 1998; Jayne *et al.* 1996; Lusk *et al.* 2003; Zhang and Sohngen 2018), 식품분야에서 시장과 소비자의 선호 분석 및 예측에 활발히 활용된다(Swait and Andrews 2003; Chang *et al.* 2009; Brooks and Lusk 2010).

첫 번째 단계는 설문 목적에 맞는 쇠고기 속성(Attribute) 및 수준(Level)을 결정하는 것이다. 본 연구에서는 블록체인 기술기반 식품 콜드체인 관리 플랫폼에 대한 소비자 선호 및 WTP를 추정하는 것을 목적으로 하므로, 블록체인 기술기반 시스템에 의해 제공된 정보인지 여부를 속성(Attribute) 중 하나로 설정하였다. 총 7개 속성 및 그에 대한 수준(Level)은 다음 <표 5-1>과 같다.

81) 미국산 쇠고기는 2020년 7월 총 쇠고기 월 누계 수입량(중량기준)의 51.45%를 차지하며 이는 전년 동월 누계 수입량보다 2.52%p 증가한 수준임(자료: 농식품수출정보(검색일:2020.8.27.))

82) 우리나라 2020년 7월 총 쇠고기 월 누계 수출량(중량기준)의 59.99%를 홍콩으로 수출하고 있으며 이는 전년 동월 누계 수출량 대비 24.64%p 증가한 수준임(자료: 농식품수출정보(검색일: 2020. 8. 27))

〈표 5-1〉 키워드 빈도수 분석 결과

속성(Attribute)	정의	수준(Level)
가격 ¹⁾	쇠고기 상품의 가격	\$5/lb~\$15/lb
이동경로	생산-소비까지의 쇠고기 전체 공급망 상의 움직임	Yes/No
이동경로 (블록체인 기술을 적용한 시스템 상 정보)	쇠고기의 이동경로가 블록체인 기술 기반 시스템으로 제공되는 것인지 여부	Yes/No
온도기록	생산-소비까지의 쇠고기 전체 공급망에서의 쇠고기 제품 온도기록	온도기록 없음/ 적정온도 항상 유지/ 20분 동안 적정온도 벗어남
온도기록 (블록체인 기술을 적용한 시스템 상 정보)	쇠고기 온도기록이 블록체인 기술 기반 시스템으로 제공되는 것인지 여부	Yes/No
원산지 ²⁾	쇠고기 제품의 생산지	알수 없음/ 미국/ 한국/ 호주/ 캐나다/ 브라질
원산지 (블록체인 기술을 적용한 시스템상 정보)	원산지 정보가 블록체인 기술 기반 시스템으로 제공되는 것인지 여부	Yes/No

주: 1) 가격은 각 국가별로 환율 고려하여 결정

2) 세계 최대 쇠고기 수출국인 미국, 호주, 캐나다, 브라질과 한국을 대상국으로 결정. 홍콩은
쇠고기를 생산하지 않는 국가

자료: 저자 작성

모든 속성 및 수준의 조합인 총 $11 \times 24 \times 3 \times 6 = 3,168$ 개 쇠고기에 대한 설문 수행은 사실상 불가능하므로, 베이지안 최적 실험 설계(Bayesian optimal (or D-optimal) experimental design) 방법을 활용하여 설문 문항 수를 감소시켰다. 베이지안 최적 실험 설계(Bayesian optimal (or D-optimal) experimental design)는 MNL 모델의 표준오차(standard error)를 최소화하고, 최소의 문항으로 최대의 정보를 추출할 수 있는 디자인 방법이다(Kessels *et al.* 2011; Scarpa *et al.* 2007).

해당 방법에 따라 3개의 쇠고기 옵션과 ‘모두 구매하지 않음’ 옵션으로 구성된 20개 문항을 도출하였다. 그러나 20개 문항 또한 설문 대상자가 응답하기에 적지 않은 개수이므로 본 연구에서는 설문 대상자의 피로도를 최소화하기 위해 20개 문항을 2개의 블록으로 구분하고 인당 10개의 문항에 대해서만 응답하도록 디자인하였다. 응답자는 2개의 블록 중 하나를 랜덤하게 배정받는다.

다음 <그림 5-1>은 한국 소비자를 대상으로 하는 설문조사지이다. 설문조사는 2주간 온라인으로 진행됐으며 설문조사 전문업체인 갤럽에서 보유하고 있는 패널을 대상으로 하였다. 총 1,579명이 응답했으며 한국 535명, 미국 523명, 홍콩 521명이다.

<그림 5-1> 설문조사 예시

[Q15] 귀하께서는 다음 중 어떤 소고기를 구매하시겠습니까?

항 목	1번 소고기	2번 소고기	3번 소고기	모두 구매하지 않음
가격(원/450g, 약 2인분)	14,400원	15,600원	14,400원	□
이동 경로	이동경로 추적 불가	이동경로 추적 가능 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	이동경로 추적 가능	
온도 기록	온도 기록 없음	적정온도 항상 유지	20분 동안 적정온도를 벗어남 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	
원산지	미국	호주 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	캐나다	

[Q16] 귀하께서는 다음 중 어떤 소고기를 구매하시겠습니까?

항 목	1번 소고기	2번 소고기	3번 소고기	모두 구매하지 않음
가격(원/450g, 약 2인분)	12,000원	16,800원	6,000원	□
이동 경로	이동경로 추적 가능	이동경로 추적 불가	이동경로 추적 불가	
온도 기록	20분 동안 적정온도를 벗어남 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	20분 동안 적정온도를 벗어남 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	적정온도 항상 유지	
원산지	한국 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	미국 (블록체인기술로 소비자가 직접 확인한 정보)	원산지 알 수 없음	

자료: 저자 작성

2. 계량 모델

본 연구에서는 MNL 모델을 추정함으로써 쇠고기 소비자들의 블록체인 기술 및 정보에 대한 선호를 분석하고자 한다. t 국가 i 소비자의 j 번째 옵션에 대한 효용은 $U_{ij}^t = V_{ij}^t + \epsilon_{ij}^t$ 로 정의할 수 있다. 이때 ϵ_{ij}^t 은 i, t, j 에 대해 i.i.d.(independently identically distributed) Type I extreme value이다. MNL은 다음과 같다.

$$(1) \text{Prob}(t\text{의 } i\text{가 } j\text{를 선택}) = \frac{e^{V_{ij}^t}}{\sum_{k=1}^J e^{V_{ik}^t}}$$

관찰 가능한 t 국 i 소비자의 쇠고기에 대한 효용은 다음 식(2)와 같이 정의할 수 있다.

$$(2) \begin{aligned} V_{ij}^t = & \beta^t + \alpha^t p_j + \theta_{1i}^t SC_j + \theta_{2i}^t BCSC_j + \theta_{3i}^t temp1_j + \theta_{4i}^t temp2_j \\ & + \theta_{5i}^t BCtemp_j + \theta_{6i}^t US_j + \theta_{7i}^t Korea_j + \theta_{8i}^t Australia_j \\ & + \theta_{9i}^t Canada_j + \theta_{10i}^t Brazil_j + \theta_{11i}^t BCorigin_j \end{aligned}$$

s.t. p_j 는 옵션 j 의 가격,

α^t 는 t 가격변화에 대한 한계효용,

β^t 는 “모두 구매하지 않음” 상수,

$SC_j = 1$ 은 옵션 j 가 이동경로 추적가능함을 의미,

$BCSC_j = 1$ 은 옵션 j 가 이동경로를 블록체인 기술로 추적가능함을 의미,

$temp1_j = 1$ 은 옵션 j 가 온도기록을 추적할 수 있으며 적정온도 항상 유지함을 의미,

$temp2_j = 1$ 은 옵션 j 가 온도기록을 추적할 수 있으며 20분동안 적정온도를 벗어남을 의미,

$BCtemp_j = 1$ 은 옵션 j 가 온도기록을 블록체인 기술로 추적가능함을 의미,

$US_j = 1$ 은 옵션 j 가 원산지 미국을 의미,

$Korea_j = 1$ 은 옵션 j 가 원산지 한국을 의미,

$Australia_j = 1$ 은 옵션 j 가 원산지 호주를 의미,

$Canada_j = 1$ 은 옵션 j 가 원산지 캐나다를 의미,

$Brazil_j = 1$ 은 옵션 j 가 원산지 브라질을 의미,

$BCorigin_j = 1$ 은 옵션 j 가 원산지를 블록체인 기술로 추적할 수 있음을 의미,

θ_{1i}^t 은 이동경로 추적불가 대비 이동경로 추적가능에 대한 효용,

θ_{2i}^t 는 추적 시스템이 정해지지 않은 경우 대비 블록체인 기술로 이동경로 추적가능에 대한 효용,

θ_{3i}^t 은 온도기록 없음 대비 온도기록을 추적할 수 있으며 적정온도 항상 유지에 대한 효용,

θ_{4i}^t 는 온도기록 없음 대비 온도기록을 추적할 수 있으며 20분동안 적정온도를 벗어남에 대한 효용,

θ_{5i}^t 는 추적 시스템이 정해지지 않은 경우 대비 온도기록을 블록체인 기술로 추적가능에 대한 효용,

θ_{6i}^t 은 원산지 알 수 없음 대비 미국산에 대한 효용,

θ_{7i}^t 은 원산지 알 수 없음 대비 한국산에 대한 효용,

θ_{8i}^t 은 원산지 알 수 없음 대비 호주산에 대한 효용,

θ_{9i}^t 은 원산지 알 수 없음 대비 캐나다산에 대한 효용,

θ_{10i}^t 은 원산지 알 수 없음 대비 브라질에 대한 효용,

θ_{11i}^t 은 추적 시스템이 정해지지 않은 경우 대비 원산지를 블록체인 기술로 추적할 수 있음에 대한 효용

소비자의 WTP는 MNL 파라미터 추정값을 이용하며, t 국에서의 옵션 j 쇠고기에 대한 WTP 산정식은 다음과 같다.

$$(3) \quad WTP_j^t = -(\theta_{1i}^t SC_j + \theta_{2i}^t BCSC_j + \theta_{3i}^t temp1_j + \theta_{4i}^t temp2_j + \theta_{5i}^t BCtemp_j + \theta_{6i}^t US_j + \theta_{7i}^t Korea_j + \theta_{8i}^t Australia_j + \theta_{9i}^t Canada_j + \theta_{10i}^t Brazil_j + \theta_{11i}^t BCorigin_j) / \alpha^t$$

속성별 WTP 또한 산정 가능하다. 예를 들어 제품의 이동 경로정보가 주어지지 않은 제품 대비 정보가 주어진 제품에 대한 소비자의 WTP는 $-\theta_{1i}^t / \alpha^t$ 이다.

3. 분석 결과

1) 응답자 특성

소비자 조사의 경우, 응답자의 대표성을 위해 응답자 특성이 국가 센서스 레벨 정보와 유사한지 확인할 필요가 있다. 그러나 본 연구에서는 응답자가 쇠고기 소비자에 대한 대표성이 있는지 여부가 더욱 중요하게 고려되어야 할 것이다. 이를 위해 쇠고기를 소비하지 않는다고 응답한 사람은 조사에서 제외했으며 응답자의 식료품 구매 비중을 확인하였다. 75% 이상의 식료품구매를 직접 한다고 응답한 소

비자는 한국과 홍콩의 경우 절반 이상이며, 미국은 약 75%로 응답자가 식품 소비자로서의 대표성이 있다고 볼 수 있다.

〈표 5-2〉 응답자 특성 요약

단위: 명, %

구분		한국		미국		홍콩		전체
		사례수	비중	사례수	비중	사례수	비중	
총합		535	33.9	523	33.1	521	33.0	1579
성별	남성	273	51.0	261	49.9	261	50.1	795
	여성	262	49.0	262	50.1	260	49.9	784
연령대	20대	122	22.8	123	23.5	125	24.0	370
	30대	140	26.2	138	26.4	138	26.5	416
	40대	144	26.9	136	26.0	137	26.3	417
	50대 이상	129	24.1	126	24.1	121	23.2	376
식료품 구매비중	100%	138	25.8	282	53.9	111	21.3	531
	75~99%	115	21.5	114	21.8	131	25.1	360
	50~74%	119	22.2	74	14.1	141	27.1	334
	25~49%	106	19.8	32	6.1	98	18.8	236
	0~24%	57	10.6	21	4.0	40	7.7	118
가구원수	1명	59	11.0	87	16.6	30	5.8	176
	2명	93	17.4	159	30.4	98	18.8	350
	3명	172	32.1	130	24.9	184	35.3	486
	4명	171	32.0	86	16.4	162	31.1	419
	5명 이상	40	7.5	61	11.7	47	9.0	148
최종학력	중학교졸업 이하	1	0.2	19	3.6	20	3.8	40
	고등학교졸업	95	17.8	136	26.0	109	20.9	340
	대학교중퇴	13	2.4	135	25.8	53	10.2	201
	2년제 졸업	86	16.1	55	10.5	48	9.2	189
	4년제 졸업	283	52.9	111	21.2	211	40.5	605
	석박사 졸업	57	10.7	67	12.9	80	15.3	204

자료: 저자 작성

2) MNL 모델 분석 결과

국가별 MNL 모델 분석 결과를 다음 <표 5-3>과 같이 요약하였다. 3개국 모두 가격(price)의 추정값이 음으로 일반적인 수요함수를 따른다고 볼 수 있다. 전반적으로 3개국 소비자 모두 쇠고기의 이동경로, 온도기록, 원산지정보의 제공을 선호하고 있다. 특히 온도기록 정보가 제공되는 쇠고기 제품의 경우, 20분 동안 적정온도를 벗어났다 하더라도(temp2) 온도기록 정보가 제공되지 않는 제품보다 더 선호한다고 분석되었다. 이는 부정적인 정보라 할지라도 정보의 완전한 공유가 정보의 비대칭보다 긍정적인 효과를 유발할 수 있음을 시사한다.

한국 소비자의 경우, 쇠고기 전체 공급망 노드별 이동경로정보 및 원산지 정보를 블록체인 기술로 관리할 경우, 그렇지 않은 경우 대비 더 선호하는 것을 알 수 있다. 반면 미국 및 홍콩 소비자는 원산지 정보를 블록체인 기술로 관리하는 것을 그렇지 않은 경우 보다 덜 선호하는 것으로 분석되었다. 이들의 경우, 쇠고기 이동경로 및 온도기록이 블록체인 기술로 관리되어야 한다고 판단하는 경향이 있다.

즉 블록체인 기술기반 콜드체인 체계 플랫폼을 활용하여 쇠고기를 수출하고자 할 경우, 단순 원산지 관리가 아닌 공급망 전체 노드별 이력추적 및 노드별 온도기록에 대한 정보를 제공하는 것이 보다 효과적일 수 있음을 시사한다. 반면 한국 소비자들은 쇠고기의 원산지에 대해 타국 소비자 대비 민감하게 반응하기 때문에 수입육에 대해서는 플랫폼 도입 시 원산지 정보에 대한 것을 우선적으로 관리해야 할 필요가 있다.

〈표 5-3〉 국가별 MNL 모델 분석 결과 요약

변수	한국		미국		홍콩	
	추정값	표준오차	추정값	표준오차	추정값	표준오차
Price	-0.116***	0.011	-0.056***	0.008	-0.103***	0.008
SC	0.981***	0.048	0.373***	0.045	0.406***	0.040
BCSC	0.09**	0.042	0.031	0.048	0.057	0.041
temp1	1.348***	0.058	0.875***	0.059	0.649***	0.051
temp2	0.07	0.063	0.131**	0.058	0.153***	0.050
BCtemp	-0.001	0.039	0.115***	0.039	0.015	0.035
US	1.549***	0.179	1.793***	0.120	1.510***	0.125
Korea	2.867***	0.170	0.526***	0.123	1.476***	0.122
Australia	1.989***	0.175	0.688***	0.124	1.767***	0.124
Canada	1.801***	0.173	0.988***	0.119	1.648***	0.123
Brazil	1.130***	0.170	0.493***	0.118	1.052***	0.119
BCorigin	0.223***	0.037	-0.080**	0.037	-0.041	0.033
None	1.271***	0.164	0.981***	0.109	-0.182	0.116

주: *, **, ***은 통계적으로 각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함을 의미.

자료: 저자 작성

국가별 WTP 추정결과는 다음 〈표 5-4〉와 같다. 전반적으로 소비자들은 이동경로, 온도기록, 원산지 등에 대한 정보가 제공되는 쇠고기 제품에 대해 그렇지 않은 경우보다 더 많은 금액을 지불할 의사가 있다. 3개국 소비자 모두 이동경로 정보에 대해서는 블록체인 기술로 관리되는 제품에 대해 블록체인 기술로 관리되지 않은 제품 대비 더 많은 돈을 지불할 의사가 있다. 한국 소비자의 경우 블록체인 기술로 관리되지 않으나 이동경로를 알 수 있는 쇠고기에 대해서는 정보를 알 수 없는 제품 대비 8.43달러를 더 지불할 의사가 있으며 해당 정보가 블록체인 기술로 관리될 경우, 9.29달러까지 더 지불 가능하다고 추정되었다. 미국의 경우, 각 6.66달러, 7.23달러이며 홍콩은 각 3.91달러, 4.46달러이다.

〈표 5-4〉에 따르면 공급망 전체 노드별 적정온도를 유지한 쇠고기
에 대한 지불의사금액이 적정온도를 벗어난 제품 대비 높다. 특히 미
국과 홍콩의 경우, 해당 정보를 블록체인 기술로 관리하는 쇠고기 제
품에 대한 지불의사금액이 블록체인 기술을 적용하지 않는 제품 대
비 더 높은 수준이다. 미국 소비자들은 적정온도를 유지한 쇠고기 제
품에 대해 15.60달러를 추적 불가능한 제품 대비 더 지불할 의사가
있으며, 적정온도를 벗어난 정보를 확보 가능한 제품에 대한 지불의
사금액은 2.34달러이다. 이는 블록체인 기술을 적용할 경우, 각
17.66달러, 4.40달러로 증가하였다. 홍콩도 이와 유사하게 적정온도
를 유지한 제품에 대한 지불의사금액 6.26달러가 블록체인 기술로
관리될 경우, 6.40달러로 증가하였다.

미국, 홍콩과는 다르게 한국 소비자는 원산지 정보가 블록체인 기
술로 관리되는 제품에 대한 지불의사금액이 블록체인 기술로 관리되
지 않는 제품 대비 더 높은 수준이다. 또한 한국 소비자들은 국내산
(한국산) 쇠고기에 대한 지불의사금액이 24.62달러로 가장 높으며 호
주산, 캐나다산, 미국산, 브라질산 순이다. 미국 소비자 역시 자국 내
생산된 쇠고기에 대한 지불의사금액이 31.96달러로 가장 높으며, 캐
나다산, 호주산, 한국산, 브라질산 순임을 알 수 있다. 자국 내 쇠고
기 생산을 하지 않는 홍콩의 경우, 호주산에 대한 지불의사금액이
17.2달러로 가장 높고, 그다음이 캐나다산, 미국산, 한국산, 브라질산
이다. 한국은 홍콩으로 쇠고기를 수출하고 있으나, 한우에 대한 선호
도·인지도가 그리 높지 않은 것으로 보인다.

〈표 5-4〉 국가별 지불의사금액(WTP) 추정결과

단위: 달러

구분		한국	미국	홍콩
이동경로	추적가능 vs. 추적불가능	8.43	6.66	3.91
	BC 추적가능 vs. 추적불가능	9.29	7.23	4.46
온도기록	적정온도 vs. 추적불가능	11.58	15.60	6.26
	적정온도벗어남 vs. 추적불가능	0.62	2.34	1.48
	BC 적정온도 vs. 추적불가능	11.57	17.66	6.40
	BC 적정온도벗어남 vs. 추적불가능	0.60	4.40	1.63
원산지	미국 vs. 추적불가능	13.30	31.96	14.55
	한국 vs. 추적불가능	24.62	9.39	14.22
	호주 vs. 추적불가능	17.08	12.28	17.02
	캐나다 vs. 추적불가능	15.47	17.61	15.88
	브라질 vs. 추적불가능	9.71	8.80	10.14
	BC 미국 vs. 추적불가능	15.22	30.52	14.15
	BC 한국 vs. 추적불가능	26.54	7.95	13.81
	BC 호주 vs. 추적불가능	19.00	10.84	16.62
	BC 캐나다 vs. 추적불가능	17.39	16.17	15.48
	BC 브라질 vs. 추적불가능	11.63	7.36	9.74

자료: 저자 작성

제2절 서비스 참여자의 기대효과

1. 시뮬레이션 기반 분석모델 정의

본 연구에서 제안하는 플랫폼과 가장 유사한 형태인 IBM Food Trust에서는 기업의 플랫폼 참여를 촉진시키기 위해 기업 특징별 기대효과를 제공하고 있다. 우선 Food Trust는 참여를 고민하고 있는 기업에게 자사의 ①종사 산업 (Retailer, Manufacturer/Supplier, Distributor/ Wholesaler 등), ②취급 품목(produce, meat&poultry,

seafood, dairy, other), ③기업 특성(매출액, 인력 현황, 매장/창고 개수 등)을 입력하게 하고 이에 따라 연간 절감비용 및 리콜예방비용을 기대효과로 제시한다. <표 5-5>는 Food Trust 시스템의 기대효과 항목을 요약한 것이며 크게 연간 절감 비용 및 리콜예방 비용으로 구분할 수 있다.

〈표 5-5〉 Food Trust 기대효과 항목

연간 절감 비용 (Total annual cost saving)	리콜예방 비용 (Total cost associated with a single call)
공급망 비효율로 인한 연간 제품손실 비용	리콜발생 시 제품 회수로 인한 손해
제품 추적에 위한 연간 소요한 비용	브랜드 이미지 저하로 인한 halo effect
인증 등을 관리하기 위한 연간 소요 비용	리콜비용(제품회수비용, PR비용, 물류비용)

자료: IBM FoodTrust(검색일:2020.6.25.) 바탕으로 저자 재작성

리콜은 식품 폐기물을 발생시키므로 기업의 수익 절감뿐 아니라 탄소배출로 인한 국가의 직·간접비용을 유발한다. 따라서 본 연구에서는 리콜발생(식품폐기) 건수, 이로 인한 탄소배출량 및 경제적 손실 비용을 참여 기업의 대략적인 기대효과로 제시해 보고자 한다. 본 연구에서 제안하는 시스템은 크게 쇠고기의 ①품질관리 정보, ②이력관리정보, ③스마트계약정보 등을 포함한다. 이 중 각 노드별 실시간 이력관리정보 및 품질관리정보(온도)는 리콜발생 및 리콜추적시간과 관련 있다. 즉 시나리오를 새로운 플랫폼에 참여하는 경우와 참여하지 않는 경우로 구분하고, 참여하는 경우 리콜추적시간이 단축된다는 가정하에 시나리오별 총 리콜발생건수, 탄소배출량, 경제적 손실 비용 등을 추정하였다.

본 연구에서는 Tecnomatix Plant Simulation 프로그램⁸³⁾을 활용

83) Tecnomatix Plant Simulation 프로그램은 생산 시스템 및 물류 프로세스를 시뮬레이션·최적화

하여 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 시뮬레이션 모델은 수입과 수출로 구분하였다.

1) 수입 시뮬레이션 모델 정의

쇠고기 수입 시뮬레이션 모델 개발을 위한 문제 정의는 다음 <표 5-6>과 같다. 모델의 개발범위는 4장에서 정의하였던 수입 쇠고기 공급망 구조 및 참여 주체를 바탕으로 하였다. 모델에서는 수출업체, 수입업체, 도매업체, 소매업체, 최종 소비자로 참여 주체를 정의하였다. 우리나라가 수입하는 쇠고기의 실질적인 수출업체 정보를 확인하기 어렵기 때문에 2019년도 국가별 수입 쇠고기양 데이터⁸⁴⁾를 바탕으로 수입국을 수출업체의 대리변수로 사용하였다. 2019년 기준 미국(51.49%)과 호주(41.06%)가 전체 수입량의 90% 이상을 차지하고 있으며, 뉴질랜드(4.29%), 멕시코(1.46%), 캐나다(1.28%), 남미(0.43%) 순이다. 수출업체 단계에서 쇠고기 불량 발생 가능성이 있으며 이는 원산지 및 해상운송구간에서의 관리 미흡으로 인한 것이다. 쇠고기 불량 발생은 수출업체뿐 아니라 수입업체, 도매업체, 소매업체에서도 발생할 수 있다고 가정하였다.

리콜은 최종 소비자가 불량을 확인하고 발생시킨다고 가정했으며, 발생지를 확인하는 데 소요되는 시간은 리콜추적기간으로 정의하였다. 리콜추적기간은 기대효과를 측정하기 위한 주요 변수로서 플랫폼에 참여하는 경우의 평균 리콜추적기간은 10분, 참여하지 않는 경우의 평균 리콜추적기간은 6일로 정의하였다. 리콜추적기간을 결정하기 위해 기존 쇠고기 이력추적시스템 및 블록체인을 적용한 쇠고

하는 데 주로 쓰임. 프로그램을 활용하여 물류시스템의 디지털 모델을 구현함으로써 가상(what-if) 시나리오를 시험하고, 계획 프로세스를 개발함.(자료: SIEMENS(검색일: 2021. 1. 6))
84) 농식품수출정보 DB(검색일: 2020. 8. 27)

기 이력추적시스템(시범사업)의 예를 활용하였다. 수출업체-도매업체까지는 20ft 컨테이너 단위로 움직인다고 가정했으며, 이후 도매업체와 소매업체 간 Buffer를 두어 20ft 컨테이너를 1톤 단위로 세분화하여 유통시켰다.

〈표 5-6〉 수입 시뮬레이션 모델 문제 정의

구분	문제정의	자료
개발범위	• 수입 쇠고기 공급망	본 연구 4장 참고
수출업체	• 수입 쇠고기 공급업자 • 2019년도 기준 쇠고기 수입 6개국(미국, 호주, 뉴질랜드, 멕시코, 캐나다, 남미) • 해상운송구간 포함 • 불량 발생 가능	농식품수출정보(KATI) 전문가 인터뷰
수입업체	• 쇠고기를 수입하는 유통업자 • 불량 발생 가능	FAO 자료
도매업체	• 불량 발생 가능	FAO 자료
Buffer	• 20ft 컨테이너를 1톤씩 28개로 분리	-
대형마트 등 소매업체	• 불량 발생 가능	FAO 자료
소비자	• 쇠고기를 최종 소비하는 사람 • 리콜 발생지	-
평균 리콜발생건수	• Reference point • 2016~2018년 평균 48건	한국농촌경제연구원, 2020농업전망 공정거래위원회
리콜추적기간	• 리콜 발생 시, 발생지를 확인하는 데 까지 걸리는 시간 • 플랫폼 참여 시 10분, 미참여 시 6일	축산물품질평가원 전문가 인터뷰

자료: 저자 작성

다음 〈표 5-7〉은 시뮬레이션 입출력 변수를 정의한 것이다. 입력변수는 컨테이너 생성 간격, 노드별 불량발생비율, 리콜추적기간, 노드별 평균체류기간 등이며 출력변수는 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수, 폐기 컨테이너 리스트, 탄소배출량, 경제적 손실비용 등이다. 수출업

체의 불량발생비율은 전문가 인터뷰를 바탕으로 평균 5%를 적용했으며, 수입업체, 도매업체, 소매업체는 FAO 자료를 바탕으로 평균 4%를 적용하였다.⁸⁵⁾ 축산물 시장은 내수 및 수출입상품을 대상으로 한 것이며 유통은 도매, 소매 등을 포함하므로 본 연구에서도 유통의 불량발생비율인 약 4%를 수입업체, 도매업체, 소매업체에 적용하고자 한다.

〈표 5-7〉 수입 시뮬레이션 이슈 및 입출력 변수 정의

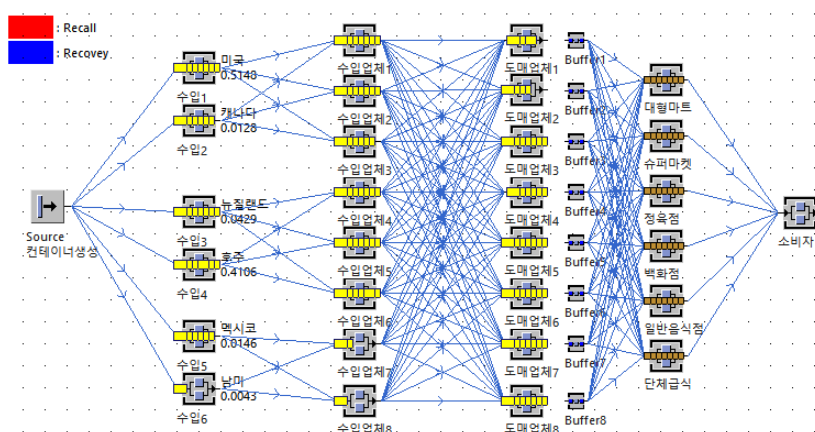
구분	변수	정의
입력	컨테이너 생성간격	- 연간 쇠고기 수입량과 컨테이너당 쇠고기 저장톤수를 바탕으로 연간 수입 컨테이너 수를 계산하여 생성간격을 작성 (약 40분) - Exponential 분포 사용
	노드별 불량발생비율	- 수출업체: 5% (전문가 인터뷰) - 수입업체, 도매업체, 소매업체: 4% (FAO) - 노드별 불량발생비율을 약 4~5%로 가정
입력	리콜추적기간	- 소비자가 리콜을 요구하고 불량이 발생된 노드를 추적하는 데까지 걸리는 시간 - 플랫폼 참여시 10분, 미참여 시 6일
	노드별 평균체류기간	- 수출업자, 수입업자, 도매업자, 소매업자 각 단계에서 쇠고기가 머무는 시간 - 전문가 인터뷰 결과를 바탕으로 Normal 분포 사용
출력	리콜 시 폐기되는 컨테이너 수	리콜 시 폐기되는 컨테이너 수
	탄소배출량	- 폐기되는 쇠고기의 톤당 탄소배출량 - 톤당 2.06톤 적용(FAO)
	경제적 손실 비용	- 폐기되는 쇠고기의 톤당 경제적 손실 비용 - 톤당 546,726원 적용(FAO)
	폐기 컨테이너 리스트	불량발생 수출업체, 수입업체, 도매업체, 소매업체 및 시점이 저장

자료: 저자 작성

85) FAO(2013)은 유럽의 축산물 공급망을 생산(production), 가공(processing), 유통(distribution), 소비(consumption)로 구분했으며, 각 노드별 불량발생비율(loss rate)을 3.2%, 5%, 4%, 11% (food waste)로 추정함(자료:FAO(2013), p.26.)

본 연구에서는 시뮬레이션 실험분석을 통해 플랫폼에 참여하는 경우와 그렇지 않은 경우에 발생할 수 있는 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량, 경제적 손실 비용의 차이를 기대효과로 제시하고자 한다. 시뮬레이션 모델 및 입출력 변수 정의에 있어 한계가 있는 것은 사실이나 동일 조건에서 플랫폼 참여유무를 바탕으로 실험한 결과라는 점에서는 의미가 있다고 판단된다. 다음 <그림 5-2>는 수입 쇠고기에 대한 시뮬레이션 모델 예시이다.

<그림 5-2> 수입 쇠고기에 대한 시뮬레이션 모델 예시



자료: 저자 작성

2) 수출 시뮬레이션 모델 정의

쇠고기 수출 시뮬레이션 모델의 개발범위는 4장에서 정의한 수출 쇠고기 공급망 구조 및 참여 주체를 바탕으로 하였다. 모델은 원산지, 도축장, 가공장, 수출업자, 수입업체, 도매업체, 소매업체로 구성되어 있다. 수입 시뮬레이션 모델과 유사하게 수출 모델에서도 2019

년 농식품수출정보(KATI) 데이터를 활용하여 주요 수출국별 쇠고기 수출량 비중을 기준으로 물량을 분배하였다. 우리나라 쇠고기는 대부분 항공으로 수출되고 있으며,⁸⁶⁾ 주요국은 홍콩(42.68%), 동남아시아(35.82%), 대만(10.55%), 중동(10.95%) 등이다.

불량은 우리나라에서 외국으로 운송하는 항공운송구간(수입국), 해외 수입업체, 도매업체, 소매업체 등에서 발생할 수 있다고 가정했으

〈표 5-8〉 수출 시뮬레이션 모델 문제 정의

구분	문제 정의	자료
개발범위	• 수출 쇠고기 공급망	본 연구 4장 참고
수입국	• (해외)수입 쇠고기 공급업자 • 2019년도 기준 쇠고기 수출 4개국(홍콩, 동남아시아, 대만, 중동 등) • 항공운송구간 포함 • 불량 발생 가능	농식품수출정보(KATI) 전문가 인터뷰
수입업체	• (해외)쇠고기를 수입하는 유통업자 • 불량 발생 가능	FAO 자료
도매업체	• 불량 발생 가능	FAO 자료
Buffer	• RKN 컨테이너(755kg)를 2개로 분리	-
대형마트 등 소매업체	• 불량 발생 가능	FAO 자료
소비자	• 쇠고기를 최종 소비하는 사람 • 리콜 발생지	-
평균 리콜발생건수	• Reference point • 2016~2018년 평균 48건	한국농촌경제연구소, 2020농업전망 공정거래위원회
리콜추적기간	• 리콜 발생 시, 발생지를 확인하는 데 까지 걸리는 시간 • 플랫폼 참여 시 10분, 미참여 시 6일	축산물품질평가원 전문가 인터뷰

자료: 저자 작성

86) 한우수출사업단 정은선 박사(2020.5.29., 대한민국 서울), SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 대한민국 서울), (주)기본 이준호 대표(2020.7.13., 대한민국 서울)

며, 각 단계별 불량발생비율은 수입 시뮬레이션 모델과 동일하게 설정하였다. 리콜은 최종 소비자가 불량을 확인하고 발생시킨다고 가정했으며, 리콜추적기간은 플랫폼 참여시 10분, 미참여 시 6일로 정의하였다.

다음 <표 5-9>는 시뮬레이션 입출력 변수를 정의한 것이다. 수출 시뮬레이션 모델은 RKN 컨테이너(755kg)를 물류 단위로 설정했으며, 이에 따라 컨테이너 생성간격 및 노드별 평균체류기간이 결정되

<표 5-9> 수출 시뮬레이션 이슈 및 입출력 변수 정의

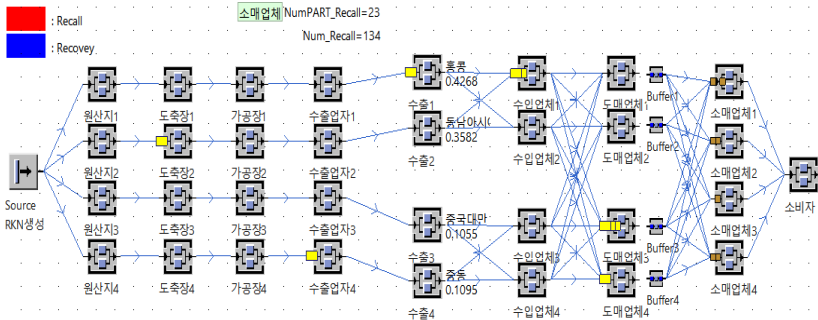
구분	변수	정의
입력	컨테이너 생성간격	• 연간 쇠고기 항공 수출량과 RKN 당 쇠고기 저장톤수를 바탕으로 연간 수출 RKN 수를 계산하여 생성간격을 작성함 (약 1.17일) • Exponential 분포 사용
	노드별 불량발생비율	• 수출업체: 5% (전문가 인터뷰) • 수입업체, 도매업체, 소매업체: 4% (FAO) • 노드별 불량발생비율을 약 4~5%로 가정
	리콜추적기간	• 소비자가 리콜을 요구하고 불량이 발생된 노드를 추적하는 데까지 걸리는 시간 • 플랫폼 참여 시 10분, 미참여 시 6일
	노드별 평균체류기간	• 수입국, 수입업자, 도매업자, 소매업자 각 단계에서 쇠고기가 머무는 시간 • 전문가 인터뷰 결과를 바탕으로 Normal 분포 사용
출력	리콜 시 폐기되는 컨테이너 수	• 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수
	탄소배출량	• 폐기되는 쇠고기의 톤당 탄소배출량 • 톤당 2.06톤 적용(FAO)
	경제적 손실 비용	• 폐기되는 쇠고기의 톤당 경제적 손실 비용 • 톤당 546,726원 적용(FAO)
	폐기 컨테이너 리스트	• 불량발생 수입국, 수입업체, 도매업체, 소매업체 및 시점이 저장

자료: 저자 작성

었다. 노드별 불량발생비율, 리콜추적기간 및 출력변수는 수입모델과 동일하게 정의하였다.

다음 <그림 5-3>은 수출 쇠고기에 대한 시뮬레이션 모델 예시이다. 수입모델과 동일하게 플랫폼에 참여하는 경우와 참여하지 않는 경우의 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량, 손실 비용의 차이를 산정하기 위한 시나리오 실험을 수행하였다.

<그림 5-3> 수출 쇠고기에 대한 시뮬레이션 모델 예시



자료: 저자 작성

2. 시뮬레이션 실험분석 결과

본 연구에서 제안하는 플랫폼을 사용하는 경우, 식품불량 발생 시 발생지를 확인하는 데 까지 소요되는 시간이 단축될 것이며, 이에 따라 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량, 경제적 손실 비용 등이 줄어들 것으로 예상된다.

1) 수입 시뮬레이션 실험분석 결과

다음 <표 5-10>은 수입 시뮬레이션 실험 결과를 요약한 것이다. 시나리오 1은 플랫폼을 미활용하는 경우이고, 이때 리콜추적기간은 6일로 가정하였다.⁸⁷⁾ 시나리오 2는 플랫폼에 참여하는 경우이며, 추적기간은 10분으로 가정하였다.⁸⁸⁾ 본 연구에서는 시나리오별 폐기되는 컨테이너 수, 이로 인한 CO₂ 배출량, 경제적 손실 비용 등을 살펴보았다. 식품폐기로 인한 CO₂ 배출량 및 경제적 손실 비용은 FAO 보고서에 따라 추정하였다. FAO에 따르면 연간 식품 폐기물 발생으로 인한 CO₂ 배출량은 톤당 2.0625톤이며, 경제적 손실 비용은 546,726원(468.75달러)이다.⁸⁹⁾

<표 5-10> 시나리오 분석 결과(수입모델)

구분	리콜추적 기간	참여주체	연간 폐기되는 컨테이너 수	CO ₂ 발생량(톤)	경제적 손실 비용(억원)
시나리오1 (플랫폼 미활용)	6일	수입국	686	39,586	105
		수입업체	468	26,983	72
		도매업체	417	24,047	64
		소매업체	15,892	32,737	87
	총합		17,463	123,352	327
시나리오2 (플랫폼 활용)	10분	수입국	651	37,520.84	100
		수입업체	291	16,761.81	44
		도매업체	148	8,513.57	23
		소매업체	2,673	5,505	15
	총합		3,761	68,302	181

주: 1. 식품폐기 1톤 당 CO₂ 발생량 2.06톤, 경제적 손실 비용 546,726원(468.75달러)임

2. 수입국, 수입업체, 도매업체의 리콜발생건수 단위는 20ft container, 소매업체 단위는 1톤

자료: 저자 작성

87) 이는 기존 쇠고기이력추적 시스템을 준용하는 경우를 가정한 것임.

88) 기존 쇠고기이력추적 시스템에 대한 블록체인 기술 적용 시범사례를 적용한 것임.

89) FAO(검색일: 2020. 9. 28)

실험 결과를 보다 명확히 해석하기 위해서는 출력변수의 절대값 보다는 동일한 조건에서 리콜추적기간만 달라질 경우, 시나리오별 상대적 크기 변화를 확인하는 것이 바람직할 것이다. 시나리오 분석 결과, 플랫폼 미활용 시(기존) 연간 식품불량 발생으로 인한 탄소배출량은 약 12만 톤이며 경제적 손실 비용은 약 372억 원가량으로 예상된다. 그러나 플랫폼을 활용할 경우, 탄소배출량은 약 7만 톤으로 약 5만 톤가량 줄었으며, 이로 인한 경제적 손실 비용은 약 181억 원으로 약 45% 저감되었다.

다음 <표 5-11>은 리콜추적기간에 대한 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량, 경제적손실 비용의 민감도 분석 결과이다. 시나리오 1의 리콜추적기간 20% 감소, 시나리오 2의 리콜추적기간 20% 증가 경우

<표 5-11> 리콜추적기간 민감도 분석 결과(수입모델)

구분	증감율	리콜 추적기간	연간 폐기되는 컨테이너 수	CO ₂ 발생량(톤)	경제적 손실 비용(억원)
시나리오1 (플랫폼 미활용)	+20%	7.2일	17,405	139,069	369
	+10%	6.6일	18,907	136,273	362
	-	6일	17,463	123,352	327
	-10%	5.4일	16,173	119,750	318
	-20%	4.8일	13,726	122,506	325
시나리오2 (플랫폼 활용)	+20%	12분	4,252	65,146	173
	+10%	11분	3,626	70,204	186
	-	10분	3,761	68,302	181
	-10%	9분	3,936	52,632	140
	-20%	8분	3,917	58,889	156

자료: 저자 작성

를 비교한 결과, 여전히 플랫폼에 참여할 경우, 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수 감소(약 69%), CO₂ 발생량 및 경제적 손실 비용 감소(약 46%) 효과가 있음을 알 수 있다.

2) 수출 시뮬레이션 실험분석 결과

다음 <표 5-12>는 수출 시뮬레이션 실험 결과를 요약한 것이다. 실험 결과 플랫폼에 참여하지 않는 경우(기준), 연간 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수는 80건이며 이로 인한 탄소배출량은 175톤, 경제적 손실 비용은 약 4,600만 원 수준이다. 그러나 플랫폼에 참여할 경우, 탄소배출량과 경제적 손실 비용은 각 111톤, 2,900만 원으로 약 36% 저감되었다.

<표 5-12> 시나리오 분석 결과(수출모델)

구분	리콜추적 기간	참여주체	연간 폐기되는 컨테이너 수	CO ₂ 발생량(톤)	경제적 손실 비용 (천만원)
시나리오1 (플랫폼 미활용)	6일	수출업체	21	36	0.95
		수입업체	20	35	0.92
		도매업체	18	31	0.81
		소매업체	22	74	1.96
	총합		80	175	4.64
시나리오2 (플랫폼 활용)	10분	수출업체	9	15	0.42
		수입업체	13	21	0.58
		도매업체	13	21	0.57
		소매업체	15	51	1.36
	총합		50	111	2.94

주: 1. 식품폐기 1톤당 CO₂ 발생량 2.06톤, 경제적 손실 비용 546,726원(468.75달러)임

2. 수입출업체, 수입업체, 도매업체의 리콜발생건수 단위는 RKN container(755kg), 소매업체 단위는 755kg/2=377.5kg

자료: 저자 작성

수출모델의 경우, 수출거래량이 적기 때문에⁹⁰⁾ 시나리오 2의 경우 리콜추적기간의 $\pm 20\%$ 변화에 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수, 탄소배출량, 손실 비용 등이 영향을 받지 않는다. 수입모델에서와 유사하게 시나리오 1의 리콜추적기간이 20% 감소한다 하더라도, 여전히 시나리오 2에서의 리콜 건수(약 35%), 탄소배출량 및 손실 비용(약 37%) 등이 적음을 확인하였다.

〈표 5-13〉 리콜추적기간 민감도 분석 결과(수출모델)

구분	증감율	리콜 추적기간	연간 폐기되는 컨테이너 수	CO ₂ 발생량(톤)	경제적 손실 비용(만원)
시나리오1 (플랫폼 미활용)	+20%	7.2일	85	191	5.08
	+10%	6.6일	88	189	5.02
	-	6일	80	175	4.64
	-10%	5.4일	80	171	4.53
	-20%	4.8일	77	176	4.67
시나리오2 (플랫폼 활용)	+20%	12분	50	111	2.94
	+10%	11분	50	111	2.94
	-	10분	50	111	2.94
	-10%	9분	50	111	2.94
	-20%	8분	50	111	2.94

자료: 저자 작성

90) 2019년 기준 쇠고기 수출량 230,050kg, 쇠고기 수입량 374,333톤(자료: 농식품수출정보 (검색일: 2020. 8. 27))

제 6 장

결론 및 정책제언

제1절 결론

본 연구는 블록체인 기술을 기반으로 한 식품콜드체인 체계를 제안하고, 이에 대한 최종 소비자, 참여 기업, 국가 차원에서의 기대효과를 살펴보았다. 식품은 품목별 생물학적 적정 관리 조건(온도, 습도 등)이 상이하며, 행정적 관리체계가 분산되어 있기 때문에 하나의 일반화된 체계를 제한하는 데 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 정책적 관심도, 국내 소비자 관심도, 해외 연구수요 및 소비자 관심도 등을 바탕으로 쇠고기를 대상으로 사례분석을 수행하였다. 쇠고기 체계 구축을 통해 참여 주체, 관리 정보, 기술적 정보 수집·연계 방법 등을 정의함으로써 향후 축산물, 식품 전반으로 확대 할 수 있는 기반을 마련했으며, 이를 바탕으로 보다 체계적인 연구가 수행되어야 할 것이다. 특히, 본 연구는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 기술적 가능성을 확인하는 수준이므로, 플랫폼을

실제로 구현하기 위한 R&D 연구가 필요할 것이다.

블록체인 기술을 적용한 이력추적시스템을 제안한 여러 선행연구가 있으나, 시스템을 적용함으로써 얻을 수 있는 정량적 기대효과에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 체계에 대한 기대효과를 정량적으로 추정함으로써 체계의 실효성, 필요성 등에 대해 명확히 보이고자 하였다. 소비자 선호 및 지불의사금액 분석 결과 다음 두 가지 시사점이 도출되었다. 첫째, 소비자들은 이동경로, 온도기록, 원산지 정보가 제공되는 쇠고기 제품을 그렇지 않은 제품보다 더 선호한다. 특히 부정적인 정보(20분 동안 적정온도를 벗어남)라 할지라도 정보가 제공되는 제품을 그렇지 않은 제품 대비 더 선호한다고 분석되었다. 이는 부정적인 정보라 할지라도 쇠고기 공급망 참여 주체와 소비자 간 완전한 정보의 공유가 정보의 비대칭보다 제품의 신뢰도 제고에 도움이 됨을 시사한다.

둘째, 한국 소비자들은 쇠고기의 원산지에 대해 미국, 홍콩 소비자 대비 민감하게 반응하며, 블록체인으로 해당정보가 관리될 때 그렇지 않은 경우보다 더 선호하는 경향이 있다. 따라서 블록체인 기술 기반 식품콜드체인 체계를 수입육에 대해 도입할 경우, 원산지 정보를 우선적으로 관리할 필요가 있다. 반면 미국과 홍콩 소비자의 경우, 이동경로 및 온도기록이 블록체인 기술로 관리되는 것을 선호하므로 본 연구에서 제안하는 체계를 수출육에 도입할 경우, 단순 원산지 관리정보가 아닌 전체 노드별 이력추적 및 온도기록정보를 제공하는 것이 마켓 선점에 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 수입, 수출 시뮬레이션 실험을 통해 연간 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수(식품폐기건수), 이로 인한 탄소배출량, 직간접 경제적 손실 비용을 추정하였다. 실험 결과, 수입 및 수출 모두 본 연

구에서 제안하는 플랫폼 참여 시, 그렇지 않은 경우 보다 리콜 시 폐기되는 컨테이너 수가 줄어드는 것을 확인하였다. 수입, 수출 모델에서 리콜발생 건수 감소로 인한 탄소배출량 또한 각 45%, 36% 저감되는 것을 확인하였다. 즉, 식품콜드체인의 체계적인 관리, 효율적인 추적·운영은 공급망 참여 기업의 비용절감뿐 아니라 국가 차원에서의 탄소배출량 저감 효과까지 유발함을 시사한다.

향후 연구에서는 본 연구에서 제안한 쇠고기콜드체인 시스템을 바탕으로 첫째, 시범사업을 수행함으로써 보다 명확한 참여 기업의 기대효과를 추정할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 추정한 소비자 Primary data와 시범사업을 통한 실제 소비자 POS 데이터를 비교하는 연구 수행도 의미 있을 것으로 판단된다. 둘째, 쇠고기콜드체인 시스템을 육류, 식품 전반으로 확대 및 일반화하는 연구가 필요할 것이다. 본 연구에서는 이를 위한 시발점으로 품목을 선정하여 사례분석을 수행하였다. 비즈니스 레이어, IoT 및 블록체인 레이어, 어플리케이션 레이어를 바탕으로 품목별 정보 정의를 위한 연구가 장기적으로 수행된다면, 식품 전 품목으로 확대하는 것이 가능할 것이다. 마지막으로 플랫폼을 기술적으로 구현하고 이를 상용화하기 위한 R&D 연구가 수행되어야 할 것이다. 이미 글로벌 기업들은 블록체인 기술을 기반으로 한 식품이력추적시스템을 개발·운영하고 있으므로, 우리 기업이 시장에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 콜드체인관리를 위한 기술개발 및 기술의 상용화 연구가 필요하다. 다음 <표 6-1>은 본 연구의 주요 내용별 한계점 및 향후 연구방향을 요약한 것이다.

〈표 6-1〉 연구의 한계점 및 향후 연구방향 요약

주요 내용	⇒	한계점 및 향후 연구방향
블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 품목 선정	⇒	• (한계점) 식품의 특성 상 체계(안)을 제안하기 위해 한 가지 품목을 선정하여 살펴봄 • (향후연구방향) 본 연구에서 제안한 체계(안)을 바탕으로 대상 품목을 확대·일반화해 가는 연구 수행 가능
블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 체계 구축	⇒	• (한계점) 플랫폼 구축의 기술적 측면은 전문가 자문을 통해 실현가능성 정도를 판단하는 수준 • (향후연구방향) 플랫폼을 실제로 구현하기 위한 기술적 R&D 연구가 필요
제안한 체계에 대한 기대효과 추정	⇒	• (한계점) 쇠고기 소비자를 대상으로 설문이 진행된 결과이므로 향후 체계 확장 시 소비자에 대한 추가 연구 필요 • (한계점) 가상의 시스템이므로 서비스 이용자 또는 참여자의 POS 데이터 부재 • (향후연구방향) 식품콜드체인 체계를 육류, 전체 식품류로 확대할 경우, 이에 맞는 소비자 설문 수행 • (향후연구방향) 향후 유사 플랫폼이 구축·운영된다면 실제 소비자 POS 데이터를 활용하여 본 연구에서 추정한 Primary data 결과와 비교하는 연구수행 가능 • (향후연구방향) 블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인 실증사업수행

자료: 저자 작성

제2절 정책제언

본 절에서는 제2장, 제4장, 제5장 연구결과를 바탕으로 우리나라의 경쟁력 있는 식품콜드체인 체계 구축을 위한 정책을 제안하고자 한다.⁹¹⁾ 정책목표는 ① 블록체인 기술 기반 식품콜드체인 플랫폼 구축, ② 식품콜드체인관리기준(가이드라인) 마련, ③ 식품콜드체인

91) 본 연구에서는 정책제언의 실효성을 제고하기 위해 해양수산부, 농림축산부, 축산물품질평가원 등 식품콜드체인관련 정책 수요자 의견을 적극 반영함.

체계 상용화·고도화 등으로 구분할 수 있으며, 세부 정책제언은 다음 <표 6-2>와 같다.

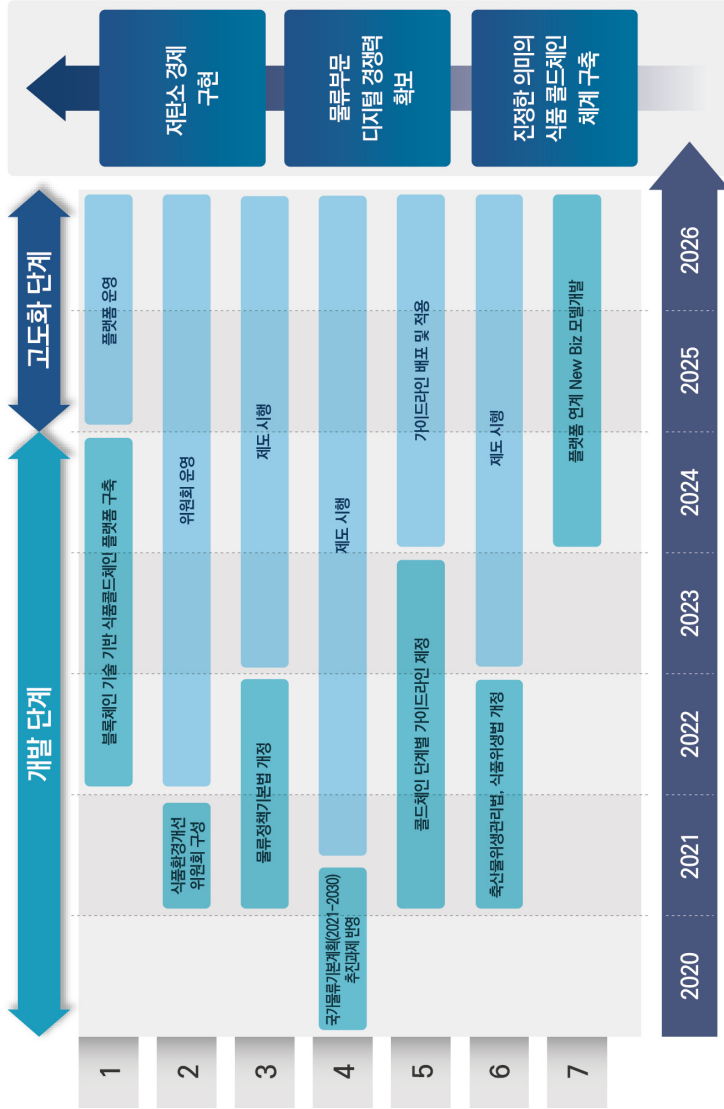
<표 6-2> 정책제언 요약

구분	정책 목표	세부 정책제언
1	• 블록체인 기술 기반 식품콜드체인 체계구축	① 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 R&D사업 ② 식품환경개선위원회(가칭) 구성 ③ 「물류정책기본법」 등 데이터 연계 관련 법 개정 ④ 「국가물류기본계획(2021~2030)」 주요 추진과제로 반영
2	• 식품콜드체인 관리기준 (가이드라인) 마련	⑤ 식품콜드체인협회 주도의 단계별 가이드라인 제정 ⑥ 콜드체인 단계별 품질관리를 위한 「축산물위생관리법」, 「식품위생법」 개정
3	• 식품콜드체인 체계 상용화·고도화	⑦ 데이터 수집·연계·활용을 위한 새로운 비즈니스 모델 개발

자료: 저자 작성

다음 <그림 6-1>은 세부 정책제언별 수행시기(2020~2024년 개발 단계, 2025년 이후 고도화단계) 및 관계를 요약한 것이다. 이를 통해 진정한 의미(해상운송구간 포함)의 식품콜드체인 체계 구축이 가능할 것이며, 궁극적으로 물류 부문 디지털 경쟁력을 확보하고 저탄소 경제를 구현하고자 한다.

〈그림 6-1〉 세부 정책제언별 수행시기 및 관계도



자료: 저자 작성

1. 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축

1) 배경

본 연구에서는 타 식품으로의 응용 가능성을 고려하여 쇠고기콜드체인 체계(안)뿐 아니라 체계구축방안에 대해서도 정의하였다. 즉 농축수산물, 2차 가공식품 등 식품 전반에 대한 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축이 가능할 것으로 기대되며, 이를 위한 국가 차원에서의 사업추진이 필요한 시점이다. 수출입 신선화물의 생산지부터 공항만, 해상(항공)운송구간, 소비지까지를 모두 포함하는 진정한 의미에서의 식품콜드체인 시스템을 체계적으로 구축함으로써 우리 물류산업 디지털화뿐 아니라 장기적으로는 저탄소사회 구현에 기여할 수 있을 것이다.

진정한 의미의 식품콜드체인 체계 구축을 위해서는 공항만, 해상(항공)운송구간에서의 리퍼 '컨' 및 화물의 상태정보 공유가 필수적이다. 그러나 앞서 살펴본 것처럼 공항 및 항공운송구간에서는 신선화물의 온도유지를 위한 장치가 마련되어 있지 않다. 항만 및 해상운송구간에서도 리퍼 '컨' 관리가 수동으로 이루어지고 있어 신선 화물관리의 비효율성뿐 아니라 안전사고를 유발하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 식품 전 분야에 대한 블록체인 기술기반 콜드체인 체계 구축을 위한 R&D사업, 해상운송 구간에서의 정보연계를 위한 법·제도 개선안, 이를 일관되고 지속적으로 추진하기 위한 조직 구성 등에 대해 제시하고자 한다. 이는 진정한 의미에서의 생산-소비구간에 대한 콜드체인 체계 구축을 가능하게 할 뿐 아니라 전 산업의 디지털 혁신을 위해 D.N.A. (Data- Network-AI) 생태계를 강화하고자 하는 정부의 디지털 뉴딜 목적과도 일치한다.

2) 추진방안

식품 전반에 대한 블록체인 기술기반 콜드체인 체계 구축을 위한 세부 정책제언은 다음 <표 6-3>과 같이 첫째, 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 R&D사업, 둘째, 식품환경개선위원회(가칭) 구성, 셋째, 「물류정책기본법」 등 데이터 연계 관련 법 개정, 넷째, 「국가물류기본계획(2021-2030)」 주요 추진과제로 반영 등이다. 식품은 특성상 관할 부서가 분산되어 있으므로 관련 사업 수행을 위해서는 해양수산부, 농림축산식품부, 국토교통부, 과학기술정보통신부 등 범부처 간 협력이 필수적이다. 따라서 이들을 중심으로 산업계, 학계 등으로 구성된 식품환경개선위원회(가칭)를 구성하고 식품콜드체인분야 관련 사업을 효율적으로 추진할 필요가 있다. 관련 법률개정 또한 관련 소관 부처를 중심으로 식품환경개선위원회와의 협의를 통해 추진함으로써 전문성·현실성을 제고시킬 수 있을 것으로 기대된다.

식품콜드체인 체계 구축사업의 경우 물류산업의 디지털화, 식품공급망 관리를 통한 탄소배출량 저감 등이 기대되므로 한국판 뉴딜정책과 밀접한 관련이 있다. 즉 본 R&D사업은 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜의 시범사업으로 추진함으로써 정책의 시너지 효과를 기대할 수 있을 것이며, 사업의 재원 또한 이를 통해 마련 가능할 것이다.

〈표 6-3〉 세부 정책제언별 로드맵(①,②,③,④)

구분	추진주체	단기	중기	장기
		2021	2022~2024	2025~
① 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 R&D 사업	• 범부처(해수부, 농림부, 국토부, 과기부 등) • 식품환경개선 위원회		설계/개발	운영
② 식품환경개선위원회 (가칭) 구성	• 범부처(해수부, 농림부, 국토부, 과기부 등)	구성	운영	
③ 「물류정책기본법」 등 데이터 연계 관련 법 개정	• 해양수산부 • 식품환경개선위원회	개정	시행	
④ 「국가물류기본계획 (2021~2030)」 주요 추진과제로 반영	• 해양수산부 • 국토교통부 • 식품환경개선위원회	개정	시행	

자료: 저자 작성

(1) 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축을 위한 R&D사업

본 연구에서는 쇠고기를 대상으로 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축사업의 가능성을 확인했으며, 이를 식품 전반으로 확대하기 위한 범정부부처 R&D사업이 필요할 것으로 판단된다. 진정한 의미에서의 식품콜드체인 체계 구축을 위해서는 생산부터 소비까지의 공급망 전 단계에 대한 분석 및 식품 품질관리가 필요하다. 이를 위해서는 농축산식품 유통을 담당하는 농림축산식품부, 수산물, 향만, 해상운송구간을 담당하는 해양수산부, 내륙운송, 내륙 물류시설 관리를 위한 국토교통부, 블록체인 기술을 적용한 플랫폼 구축을 위한 과학기술정보통신부 등 범부처 간 협력이 필요하다.

〈그림 6-2〉 범부처 간 협력



자료: 저자 작성

블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 R&D사업은 정부의 디지털·그린 융복합 또는 그린 뉴딜 정책과의 연계를 통해 구현할 수 있을 것으로 기대된다. 해당 R&D사업은 1세부 블록체인 기술, IoT를 활용한 플랫폼 구축(실증사업), 2세부 식품별 특성을 고려한 콜드체인 노드별 가이드라인 마련, 3세부 환경 및 경제적 가치 평가, 4세부 콜드체인 각 노드 간 정보연계를 위한 법·제도 검토, 5세부 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 활용 마케팅 전략 수립 등 총 다섯 가지 파트로 구성할 수 있으며, 3년간(2022~2024) 단계적 수행이 적절할 것으로 판단된다.

(2) 식품환경개선위원회(가칭) 구성

미국에서는 식품 폐기물 저감정책을 효율적으로 추진하기 위해 USDA (U.S. Department of Agriculture)와 EPA(United States Environmental Protection Agency)를 중심으로 관련 식품소매점, 가공업체, 서비스 업체, 식당, 환경단체 등 30여 개 기업으로 구성된 조직을 운영하고 있다. 이들은 2030년 목표 달성을 위해 U.S. Food Loss&Waste Champions 프로그램을 운영하고 있으며 기업별 성과를 주기적으로 발표하고 있다. 다음 <그림 6-2>는 조직도를 도식화 한 것이다.

<그림 6-3> U.S. Food Loss & Waste Champions 프로그램 추진 구성도



자료: 저자 작성

우리나라도 정책의 일관성·지속성을 확보하기 위해 정부 기관을 중심으로 관련 기업, 비영리단체, 학계 등으로 구성된 '식품환경개선위원회'(가칭)를 구성할 필요가 있다. 식품환경개선위원회는 디지털 뉴

딜, 그린 뉴딜의 방향성을 바탕으로 식품 폐기물로 인한 탄소배출량 저감 목표치를 수립하고(Vision 2030), 이를 달성하기 위한 전략을 체계적으로 구상해야 할 것이다. 또한 위원회는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 R&D사업의 효율적인 수행을 위해 제4장에서 제기한 국가 간 사전협의를 주도적으로 추진하며, 그린 뉴딜 정책 재원을 활용하여 관련 스마트 인프라(IoT 디바이스 등) 확충 프로그램을 운영할 것이다. 즉 위원회는 전반적인 식품콜드체인 관련 제도와 프로그램을 구성·추진하는 역할을 수행함으로써, 행정체계를 일원화하고 정책의 효율적 추진을 가능하게 할 것이다.

〈그림 6-4〉 식품환경개선 위원회 조직도



자료: 저자 작성

(3) 「물류정책기본법」 등 데이터 연계 관련 법 개정

수출입 신선화물의 콜드체인 관리를 위해서는 생산, 해상운송, 소비 등 전 공급망 주체의 품질관련 데이터 공유가 선행되어야 한다. 그러나 수출입 물류데이터의 경우, 개인정보가 결합된 화물정보로서 원칙적으로 정보의 활용에 있어 「개인정보 보호법」을 따르므로, 데이터의 수집·연계·활용이 자유롭지 못한 실정이다. 이러한 이슈는 물류산업뿐 아니라 타 사업분야에서도 지속적으로 제기되어 왔으며, 지난 8월 우리 정부는 데이터 활용도를 제고하기 위해 데이터 3법(「개인정보보호법」, 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률(정보통신망법)」, 「신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률(신용정보법)」)을 개정하였다.

데이터 3법 개정은 데이터 이용 활성화를 위한 시발점으로서, 이를 각 산업 분야에 적용하기 위해서는 관련 법·제도 검토가 필요하다. 이에 본 연구에서는 「개인정보보호법」과 물류정책·계획의 수립·시행 및 지원에 관한 기본적인 사항을 정하는 「물류정책기본법」 검토를 통해 식품콜드체인 전 구간의 원활한 정보 연계 방안을 제안하고자 한다.

공급망 노드별 신선식품의 이력정보, 상태정보 등을 수집하기 위해서는 관련 데이터를 직접 수집하거나, 타 기관에서 수집한 개인정보를 제공받는 방법이 있다. 이때 직접 수집하는 데이터에 대해서는 정보 제공자로부터 개인정보 수집 및 정보 활용목적에 대한 동의를 받는다면, 동의 받은 목적하에 정보를 활용하는 것은 법적으로 문제되지 않는다. 원칙적으로 수집된 정보를 제3자가 제공받는 경우, 제3자가 최초 정보 제공자에게 데이터 활용목적에 대한 동의를 받은 후 동의받은 목적하에 데이터를 사용할 수 있다. 그러나 데이터 3법 개

정을 통해 정보수집기관은 최초 정보 제공자의 동의가 없이도 개인 정보를 가명처리한 후에 제3자에게 제공 가능하다. 즉 해양수산부가 수출입 신선식품콜드체인 관련 데이터 연계를 위해 타 기관에서 수집한 개인정보 데이터(각 주체별 온습도 관리 정보)가 필요한 경우, 「개인정보보호법」에 의거하여 가명처리 전문기관을 통해 가명 정보화한 데이터를 사용할 수 있는 것이다. 다만 가명정보의 활용은 ① 통계작성, ② 과학적 연구, ③ 공익적 기록보존의 목적으로 제한한다.

그러나 물류정보는 화물의 위치, 시간 정보와 함께 화주 및 운송사 정보가 동시에 고려되어야 하는 경우가 종종 발생한다. 따라서 본 연구에서는 해양수산부가 순수한 데이터 행정을 목적으로 가명처리 되지 않은 개인정보를 타 기관으로부터 원활하게 공유 받을 수 있도록 「물류정책기본법」 개정안을 제안하고자 한다. 우선 「물류정책기본법」 제1조(목적)에 ‘디지털화’를 추가하여 해양수산부의 수출입 신선화물 콜드체인 관련 데이터 연계 당위성을 확보하였다. 그리고 동법 제28조(단위물류정보망의 구축) 제9항을 신설함으로써 해양수산부의 데이터 요청 권한을 부여하였다.

〈표 6-4〉 직접 수집된 데이터 활용을 위한 법 개선(안)

해당법률	기존	개선(안)
물류정책 기본법	제1조(목적) 이 법은 물류체계의 효율화, 물류산업의 경쟁력 강화 및 물류의 선진화·국제화를 위하여 국내외 물류정책·계획의 수립·시행 및 지원에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.	제1조(목적) 이 법은 물류체계의 효율화, 물류산업의 경쟁력 강화 및 물류의 선진화·국제화·디지털화를 위하여 국내외 물류정책·계획의 수립·시행 및 지원에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

해당법률	기존	개선(안)
물류정책 기본법	제28조(단위물류정보망의 구축) ① 관계 행정기관 및 물류관련기관은 소관 물류정보의 수집·분석·가공 및 유통 등을 촉진하기 위하여 필요한 때에는 단위물류정보망을 구축·운영할 수 있다. 이 경우 관계 행정기관은 전담기관을 지정하여 단위물류정보망을 구축·운영할 수 있다. <개정 2012. 6. 1> ⑧ 제1항에 따라 전담기관을 지정하여 단위물류정보망을 구축·운영하는 관계 행정기관은 단위물류정보망 전담기관이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 지정을 취소할 수 있다. 다만, 제1호에 해당하는 경우에는 지정을 취소하여야 한다.	제28조(단위물류정보망의 구축) ⑨ 관계 행정기관은 단위물류정보망의 구축을 위하여 필요한 경우 관계 행정기관, 지방자치단체, 물류관련기관 또는 물류기업 등에 대하여 자료의 제공을 요청할 수 있다.

자료: 저자 작성

(4) 「국가물류기본계획(2021~2030)」 주요 추진과제로 반영

현행 「국가물류기본계획(2016~2025)」의 주요 전략은 ① 산업트렌드 변화에 대응한 고부가가치 물류산업육성, ② 세계 물류지형 변화에 따른 해외물류시장진출 확대, ③ 미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 확산, ④ 지속 가능한 물류산업 환경 조성 등이다. 이 중 ‘미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 확산’의 주요 추진과제인 핵심 스마트 물류기술 개발 추진 및 ‘지속 가능한 물류산업 환경조성’의 30년 온실가스 감축목표 달성 기반조성, 친환경 녹색물류추진 등은 현 정부의 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜 정책방향과도 부합하므로 「국가물류기본계획(2021~2030)」 수립 시 보다 고도화할 필요가 있을 것이다.

또한 「국가물류기본계획(2021~2030)」에서는 코로나19 이후 강조되고 있는 4차산업혁명기술, 비대면 물류산업, 디지털 물류, 저탄소·친환경 물류 등을 키워드로 하는 비전, 전략, 핵심과제 도출이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서 제안하는 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 사업은 4차산업혁명기술, 디지털물류, 저탄소 물류 등의 키워드와 관련 있으며, 이를 「국가물류기본계획(2021~2030)」의 주요 추진과제로 선정하여 국내뿐 아니라 글로벌 콜드체인 시장에서의 우리나라 및 국내 물류기업 경쟁력을 제고해야 할 것이다.

2. 식품콜드체인 관리기준(가이드라인) 마련

1) 배경

앞서 살펴본 것과 같이 우리나라 축산물 품질관리는 「축산물 위생관리법」 및 고시전문에 의거하여 이루어지고 있다. 그러나 고시전문에서는 축산물의 적정 냉장/냉동 보관 및 유통 온도에 대해서만 규정하고 있으며, 각 단계별, 품목별 품질관리를 위한 세부사항에 대해서는 각 기업이 자율적으로 운영하고 있는 실정이다. 농산물, 수산물 품질관리도 이와 유사하다. 「식품위생법」 및 식품의 기준 및 규격 고시전문(제2020-98호, 2020.10.16)의 보존 및 유통기준에 따라 품질을 관리하고 있으나 이를 콜드체인 전반에 대한 품질관리규정이라고 보기는 어렵다.

그러나 미국과 일본은 식품콜드체인 가이드라인을 마련하고 각 단계별, 품목별 품질관리를 위해 가이드라인 준수를 적극적으로 권고하고 있다. 미국의 경우, 농림부 산하 식품 안전 검역청에서 USDA-

FSIS(United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service) 가이드라인을 제공하고 있다. 이는 위생 및 안전 관리 계획부터 관련 종사자의 안전교육, 선적 및 운송 전 단계에 걸친 온도 및 시설 유지·관리 수준에 대한 것이다. 일본은 후생노동성(厚生労働省) 「식품위생법」 제50조제2항에 의거하여 식품 사업자가 실시해야 하는 관리운영기준에 관한 지침(가이드라인)을 운영하고 있다.

본 연구에서 제안한 블록체인 기술기반 쇠고기콜드체인시스템의 식품 전 분야로의 확대 및 원활한 관리·운영을 위해서는 식품 품목별 콜드체인 단계별 품질관리를 위한 세부적인 가이드라인이 뒷받침되어야 할 것이다. 식품콜드체인 세부 표준안(가이드라인)은 식품콜드체인협회를 중심으로 보다 안정적이고 체계적으로 수립되어야 할 것이며, 이와 동시에 관련 법 개정이 필요할 것으로 판단된다.

2) 추진방안

다음 <표 6-5>는 식품콜드체인 관리기준 마련을 위한 두 가지 세부 정책제언인 ‘식품콜드체인협회 주도의 단계별 가이드라인 제정’, ‘콜드체인 단계별 품질관리를 위한 「축산물위생관리법」, 「식품위생관리법」 개정’의 추진과정을 요약한 것이다. 식품콜드체인 단계별 가이드라인 연구는 식품콜드체인협회 주도로 3년간(2021~2023년) 수행되는 것으로, 2024년에는 앞서 살펴본 블록체인 기술기반 식품콜드체인 플랫폼에 적용되어야 할 것이다. 또한 산·학·연·정 협의체인 식품환경개선위원회와의 긴밀한 협업체제 구축을 통해 보다 실효성 있는 가이드라인 제정이 가능할 것으로 판단된다.

제정된 가이드라인의 운영 실효성을 제고시키기 위해 식품 품질과

관련된 사항을 규정하고 있는 「축산물위생관리법」, 「식품위생관리법」의 개정이 동반되어야 할 것이다. 이는 소관 부처인 식품의약품안전처를 중심으로 식품환경개선위원회 의견 수렴 등을 바탕으로 수행되어야 할 것이다.

〈표 6-5〉 세부 정책제언별 로드맵(⑤,⑥)

구분	추진주체	단기	중기	장기
		2021	2022~2024	2025~
⑤ 식품콜드체인협회 주도의 단계별 가이드라인 제정	• 식품콜드체인협회 • 식품환경개선위원회	제정		배포/적용
⑥ 콜드체인 단계별 품질관리를 위한 「축산물위생관리법」, 「식품위생법」 개정	• 식품의약품안전처 • 식품환경개선위원회	개정	시행	

자료: 저자 작성

(1) 식품콜드체인협회 주도의 단계별 가이드라인 제정

산업표준화법 시행규칙 제19조에 따르면 식품콜드체인과 관련된 단체표준⁹²⁾ 제정 단체의 요건에 부합하는 기관은 식품콜드체인협회이다. 식품콜드체인협회 주도의 콜드체인 단계별 가이드라인 제정은 국내유통 부문에 대해 우선적으로 이루어져야 할 것이며, 이때 내륙 운송(트럭)에 대한 가이드라인 마련이 필수적이다. 미국의 경우, 농무

92) 산업표준화와 관련된 단체 중 산업통상자원부령으로 정하는 단체가 공공의 안정성 확보, 소비자 보호 및 구성원들의 편의를 도모하기 위해 특정 전문분야에 적용되는 기호·용어·성능·절차·방법·기술 등에 대해 제정한 표준이다. 또한, 산업표준화법 시행규칙 제19조에 따르면 단체표준을 제정할 수 있는 단체는 「중소기업협동조합법」에 따른 중소기업협동조합이어야 하며, 소비자보호, 공산품의 품질향상 또는 산업 활동과 관련된 서비스의 품질 향상을 목적으로 하는 비영리법인이어야 함. (단체표준종합정보센터(검색일: 2020. 4. 2)).

부에서 트럭 적재공간에 대한 구조, 차량 점검사항 등을 운송되는 품목의 종류에 따라 취급 요구사항을 지정한 가이드라인을 제시하고 있다. 또한 상품이 운송되기 전, 차량이 콜드체인운송을 위해 적합한 요건을 갖추었는지를 체크리스트를 통해 사전에 확인하도록 한다.

내륙운송 가이드라인에는 ① 일반 안전사항⁹³⁾, ② 식품보관 사항⁹⁴⁾, ③ 식품별 적합한 차량에 대한 안내⁹⁵⁾, ④ 적재/하역시 준수사항⁹⁶⁾, ⑤ 운송 중 준수사항⁹⁷⁾ 등이 포함될 수 있다. 필수적으로 이루어져야 하는 기본적인 지침들 외에도 운송을 담당하는 관련자들을 대상으로 하는 교육에 대한 가이드라인도 마련되어야 할 것이다. 식품 안보에 대한 훈련, 안보 의식 중요성에 대한 교육 등도 포함될 수 있다.⁹⁸⁾ 내륙운송(트럭) 가이드라인을 바탕으로 해상, 항공운송뿐 아니라 콜드체인 각 단계별 가이드라인 제정이 중장기적으로는 이루어져야 할 것이다.

또한 품목 특성을 반영한 가이드라인 제정을 위해서는 식품별 품질지표, 이에 영향을 주는 외적요인 등에 대한 과학적 연구가 수반되어야 할 것이다. 미국에서는 쇠고기 품질 관리를 위해 온도뿐 아니라 습도, 박테리아, 살모넬라균 등에 대한 가이드라인을 제공하고 있으며, 외부 날씨 변화에 따른 적정온도 설정 및 행동지침을 제시하고 있다.

93) 종합적 운송위생 및 안전계획 등.

94) 저장 및 창고의 위생상태, 자물쇠등의이용을 통한 접근방지, 환경오염 등에 대한 체계적 계획 확보 등.

95) 식품에 맞는 차량 설계 및 제조, 위생소독, 정비 등.

96) 청소 및 소독을 통한 오염 방지, 적재 및 하역장소 사전 준비, 적재전 차량 검사 등.

97) 운송 중 식품의 상태 점검 절차 마련, 임시 저장기간 중 상품 안전을 보장하는 절차 수립 등.

98) USDA(검색일: 2020. 9. 5)

(2) 콜드체인 단계별 품질관리를 위한 관련 법 개정

콜드체인 단계별 가이드라인의 신속한 제정 및 효율적 운영을 위한 식품 품질관련 법 개정이 필요하다. <표 6-6>은 축산물, 농산물, 수산물의 보관 및 유통기준을 규정하고 있는 「축산물 위생관리법」과 「식품위생법」의 개정(안)이다. 「축산물 위생관리법」 제4조제7항, 「식품위생법」 제7조제5항에 식품품질관리를 위한 세부 가이드라인 제정 및 이를 관리하는 기관을 지정하도록 하였다.

〈표 6-6〉 콜드체인 단계별 세부 가이드라인 마련을 위한 법적 근거 마련

해당법률	기존	개선(안)
축산물 위생관리법	제4조(축산물의 기준 및 규격) ② 식품의약품안전처장은 공중위생상 필요한 경우 다음 각 호의 사항을 정하여 고시할 수 있다. 〈개정 2013. 3. 23〉 1. 축산물의 가공·포장·보존 및 유통의 방법에 관한 기준(이하 "가공기준"이라 한다) 2. 축산물의 성분에 관한 규격(이하 "성분규격"이라 한다) 3. 축산물의 위생등급에 관한 기준	제4조(축산물의 기준 및 규격) ⑦ 축산물의 도살·처리·가공·포장·보존· 유통 등 공급망 전 단계별, 단계 간 품질관리를 위한 세부 가이드라인을 축산물위생심의위원회 또는 이에 준하는 기관에서 제정·운영·관리하여야 한다.
식품위생법	제7조(식품 또는 식품첨가물에 관한 기준 및 규격) ① 식품의약품안전처장은 국민보건을 위하여 필요하면 판매를 목적으로 하는 식품 또는 식품첨가물에 관한 다음 각 호의 사항을 정하여 고시한다. 〈개정 2013. 3. 23, 2016. 2. 3〉 1. 제조·가공·사용·조리·보존 방법에 관한 기준 2. 성분에 관한 규격	제7조(식품 또는 식품첨가물에 관한 기준 및 규격) ⑤ 식품의 제조·가공·사용·조리 ·보존·유통 등 공급망 전 단계별, 단계 간 품질관리를 위한 세부 가이드라인을 식품콜드체인협회 또는 이에 준하는 기관에서 제정·운영·관리하여야 한다.

자료: 저자 작성

3. 식품콜드체인 체계 상용화·고도화

1) 배경

제5장에서 소비자들은 식품 정보의 비대칭성을 기피하며 식품이력 및 품질정보가 제공되는 제품에 더 많은 금액을 지불할 의사가 있는 것으로 조사되었다. 또한 식품의 적절한 콜드체인 관리는 식품·물류 기업의 비용을 절감시킬 뿐 아니라 식품콜드체인 과정에서 발생하는 탄소배출량을 저감시키는 효과가 있다. 즉 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계구축 사업은 공익적 목적 뿐 아니라 시장 수요 및 공급 또한 확보됨으로 체계의 상용화 및 고도화가 가능할 것으로 판단된다.

식품콜드체인 플랫폼의 고도화를 위해서는 플랫폼 필요성에 대한 공감대 형성과 이를 바탕으로 한 관련 주체(기업)의 자발적인 플랫폼 참여가 선행되어야 할 것이다. 이미 적절한 식품콜드체인관리를 통한 탄소배출량 저감 필요성은 전 세계적으로 공감대를 형성하고 있는 것으로 보인다. FAO는 전 세계에서 연간 약 16억 톤의 식품이 폐기(food loss/waste)되고 있으며, 이로 인한 CO₂ 배출량이 약 33억 톤이라고 추정하였다⁹⁹⁾. 2017년 기준 중국의 연간 CO₂ 배출량이 98억 톤(점유율 27.2%), 미국 52억 톤(14.5%), 인도 24억 톤(6.8%), 러시아 16억 톤(4.6%)¹⁰⁰⁾ 등임을 감안하면 식품 폐기로 인한 탄소배출량의 규모가 상당한 수준임을 알 수 있다. 식품폐기로 인한 환경비용은 대기뿐 아니라 물, 토지 등에도 적용된다.¹⁰¹⁾ 연간 발생하는 식품폐기량으로 인해 낭비되고 있는 물의 양은 약 250km³이며 이는 러시아 볼가강(Volga)에 연간 흐르는 물의 양(또는 제네바(Geneva)호수의 3

99) FAO(검색일: 2020. 9. 16)

100) Rankro(검색일: 2020. 9. 16)

101) RESET(검색일: 2020. 9. 16)

배)과 동일하다. 또한 폐기되는 식품의 경작, 사육이 이루어지는 면적은 글로벌 농작지의 28%에 해당하는 약 14억 헥타르에 이른다.

이에 EU, 영국, 미국, 캐나다 등 선진국에서는 식품폐기량으로 인한 CO₂ 배출량 절감목표를 수립하고, 다양한 이행정책을 시행하고 있다. EU는 ‘UN 지속 가능한 개발과제’의 일환으로 2020년까지 식품폐기량의 50%를 감축하려는 계획을 세웠으며 이를 위해 슈퍼마켓에서 식음 가능한 식품의 폐기를 금지하는 법안 제정(프랑스), 기부하는 식품에 대한 세금 혜택(스페인) 등의 정책을 수행하고 있다. 영국에서도 2025년까지 식품 폐기량의 20%를 감축하는 계획을 수립했으며 이를 위해 소비자를 대상으로 한 Love Food Hate Waste 캠페인을 진행 중이다. 또한 미국에서도 이와 유사하게 2030년까지 식품 폐기량의 50%를 감축하는 계획을 수립하고, 기업, 비영리단체, 정부관계자 등으로 구성된 ReFED 조직위원회를 운영하고 있다. Save the Food 캠페인을 하는 동시에 농가, 소매점, 식당 등에서 식품을 기부하는 경우, 이에 대한 tax incentive 지급하고 있다. 마지막으로 캐나다 정부도 이와 유사하게 2030년까지 식품 폐기량의 50%를 감축하겠다는 계획을 수립하고 기부하는 식품에 대한 tax incentive 제도, 영국의 Love Food Hate Waste 캠페인에 동참하고 있다. 또한 캐나다는 식품 폐기량을 감소시키기 위해 필요한 기술 R&D (Nano technology, Hyperspectral chemical imaging 등) 및 인프라 개발 사업(Flashfood and Ubifood, SMART cold infrastructure tech 등)을 정부차원에서 적극적으로 지원하고 있다.

〈표 6-7〉 주요 선진국의 식품폐기량 감소정책

국가	감축목표	이행정책
EU	• 2020년까지 식품폐기량의 50% 감축 (UN 지속 가능한 개발과제)	• 프랑스 - 슈퍼마켓에서 식용 가능한 식품의 폐기 금지 법안 제정, 해당 제품은 기부해야 함 • 스페인 - 프랑스와 유사 법안 제정, 기부 제품에 대한 별도의 tax incentive 지급
영국	• 2025년까지 식품폐기량의 20% 감축 (Courtauld Commitment 2025 합의문)	• Love Food Hate Waste 캠페인(Waste and Resource Action Program)
미국	• 2030년까지 식품폐기량의 50% 감축 (US Department of Agriculture and the Environmental Protection Agency)	• ReFED 조직위원회 구성(기업, 비영리단체, 정부 관계자 등) • U.S. Food Loss and Waste 2030 Champion 프로그램 • 농가, 소매점, 식당 등에서 식품 기부시, tax incentive 지급 • Save the Food 캠페인(Natural Resources Defense Council)
캐나다	• 2030년까지 식품폐기량의 50% 감축 (National Zero Waste Council)	• 기부하는 식품에 대한 tax incentive 지급 • 영국의 Love Food Hate Waste 캠페인 동참 • 식품 폐기량을 감소시키기 위한 관련 기술 및 인프라 개발 적극 지원

자료: 저자 작성

본 연구에서는 식품콜드체인관리 필요성에 대한 전 세계적인 공감대를 바탕으로 기업의 실질적인 수익구조 모델을 제안함으로써 관련 주체(기업)를 유인하는 방안에 대해 제안하고자 한다. 이는 플랫폼 사업의 고도화 뿐 아니라 궁극적으로는 식품콜드체인산업 및 전후방 산업의 발전을 견인할 것으로 기대된다.

2) 추진방안

블록체인 기술기반 식품콜드체인 플랫폼 활성화 및 고도화를 위해서는 관련 주체들의 플랫폼 참여 유인책을 적극적으로 마련해야 할 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 데이터 수집·연계·활용을 위한 새로운 비즈니스 모델을 제안하고자 한다. 이는 플랫폼 자체를 비즈니스 모델화하는 것으로, 관련 기업의 자발적인 참여를 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

정부 당국, 운영조직, 서비스 및 컨설팅 조직, 참여 기업/기관으로 구성된 조직을 중심으로 단순히 신선식품의 모니터링, 품질정보만을 제공하는 것이 아니라 자사 공급사슬 상의 비효율성 문제를 해결해주는 서비스 등 보다 고도화된 서비스를 제공하는 것이다. 이를 위해서는 플랫폼 개발이 선행되어야 하므로 본 사업은 플랫폼의 전반적인 프레임 개발이 완료되는 2024년부터 서비스운영조직 및 New 비즈니스모델 설계/개발을 식품환경개선위원회 주도로 시작하는 것이 적절할 것이다.

〈표 6-8〉 세부 정책제언별 로드맵(⑦)

구분	추진주체	단기	중기	장기
		2021	2022~2024	2025~
⑦ 데이터 수집·연계·활용을 위한 새로운 비즈니스 모델 개발	• 식품 환경 개선 위원회 • 운영조직			설계/개발

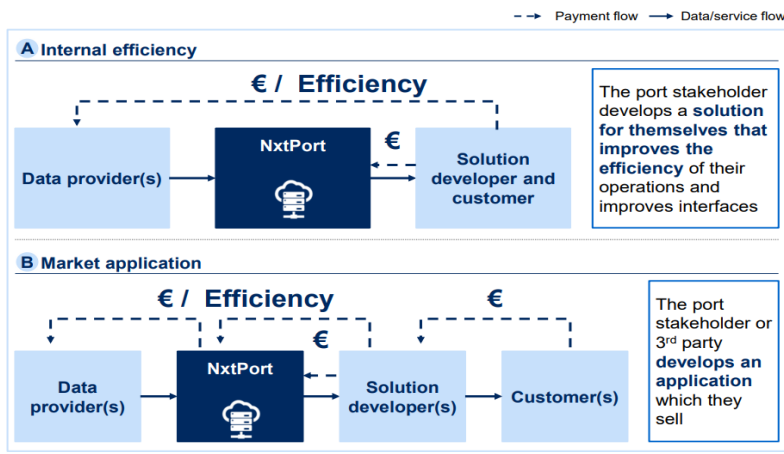
자료: 저자 작성

(1) 데이터 수집·연계·활용을 위한 새로운 비즈니스 모델 개발

벨기에의 엔트워프항이 개발·제공하는 NxtPort는 공급사슬 내 모든 물류데이터를 수집·재사용 및 공유해서 수익을 창출하는 데이터

유틸리티 플랫폼(Data Utility Platform)이다. NxtPort의 장점은 이 플랫폼에 참여하는 주체에게 보다 빠르고 비용 효율적인 운영 혁신을 제공할 뿐만 아니라 수집된 데이터의 조합·분석을 통한 판매를 통해 새로운 수익을 창출하게 한다는 것이다.

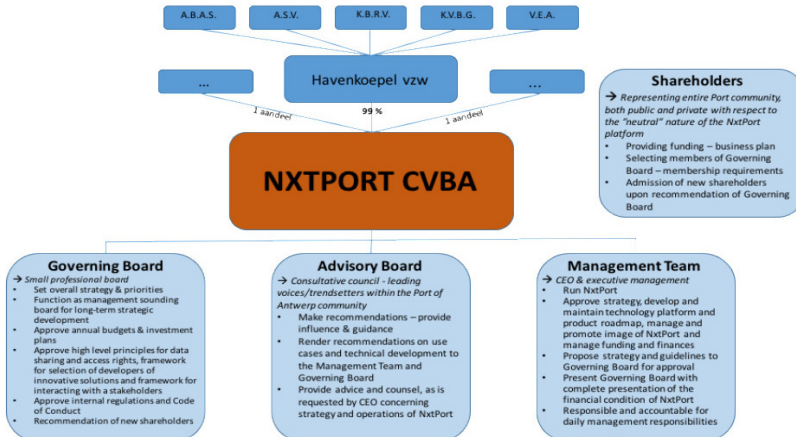
〈그림 6-5〉 연계 플랫폼을 통한 수익 창출 방안



자료: DOCPLAYER(검색일: 2020. 10. 4)

본 연구에서 제안한 블록체인 기반 콜드체인 체계 구축안의 활성화를 위해서는 다수의 관계자들이 참여하고 필수 데이터를 제공하는 것이 선행되어야 한다. 우선 관련 민간 기업들의 데이터를 확보하기 위해서는 플랫폼 참여 주체에게 현재 수행하는 사업의 비효율성에 대한 솔루션을 제공하는 등의 유인책이 필요하다. 즉 민간기업은 플랫폼에 데이터를 제공하는 대신 자사 공급사슬 상의 비효율성 문제를 해결하는 것이다. 문제를 해결해주는 솔루션 업체(컨설팅 업체)는 방대한 데이터의 수집 및 분석을 통해 획득한 노하우를 기반으로 오프라인 기업의 문제점을 해결함으로써 새로운 수익의 창출이 가능하다.

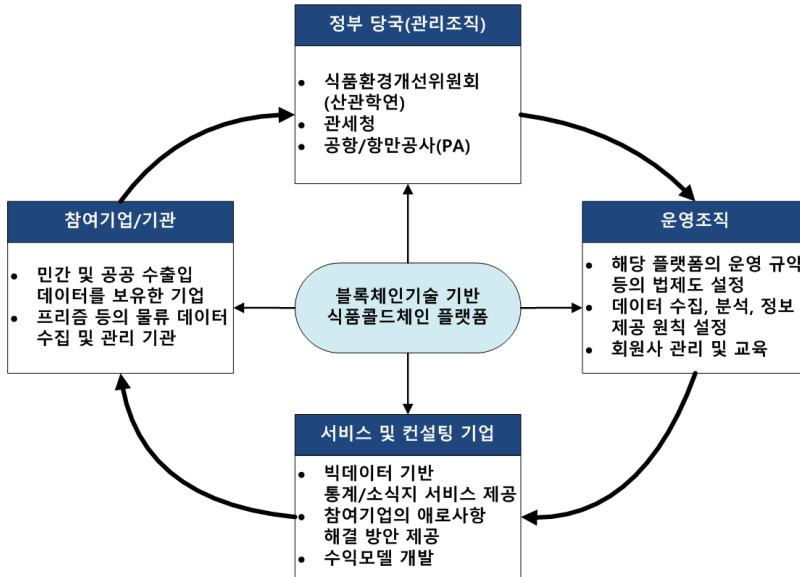
〈그림 6-6〉 NxtPort 조직 구조



자료: DOCPLAYER(검색일: 2020. 10. 4)

NxtPort의 통합 서비스 제공을 위한 조직은 참여 주주(Shareholder), 관리조직(Governing Board), 컨설턴트 조직(Advisory Board), 운영팀(Management Team) 등으로 구성된다. 참여주주는 펀드 제공 및 조직을 구성하고, 관리조직은 전략투자계획 수립을 담당한다. 또한 컨설턴트 조직은 엔트워트 PCS(Port Community System) 참여 주체의 애로사항을 청취하여 문제해결 방안을 제시하는 역할을 수행한다. 마지막으로 운영팀은 NxtPort를 실제로 운영하는 조직으로써, 전략 이행, 기술적용, 자금관리 등을 수행한다.

〈그림 6-7〉 블록체인 기술 기반 식품콜드체인 플랫폼 거버넌스 구조



자료: 저자 작성

블록체인 기반 콜드체인 구축 플랫폼을 효율적으로 운영하기 위해서는 NxtPort와 유사한 형태의 조직구조가 필요하다. 해당 플랫폼의 거버넌스 구조는 관리조직으로 정부 당국, 운영조직, 참여 기업 및 기관, 서비스 및 컨설팅 조직으로 구성된다. 관리조직은 블록체인 기술 기반 식품콜드체인의 기술개발, 운영, 개선·발전 등의 선순환 생태계를 구현하기 위해 다부처가 협력·지원하는 조직이다. 운영조직은 플랫폼의 효율적인 운영을 위한 제도 등을 설정하고, 회원사 관리 뿐만 아니라 교육 등을 담당한다. 참여 기업 및 기관은 데이터를 보유한 기업으로 해당 플랫폼에 자발적인 데이터를 제공하는 조직이다. 서비스 및 컨설팅 조직은 해당 플랫폼이 지속적인 수익구조를 가질 수 있도록 연구·서비스를 하는 조직이다.

한편 플랫폼의 관련 주체들의 참여가 쉽고 안전하게 데이터를 보호하기 위해서는 IoT, 머신러닝, 블록체인 기술, 데이터웨어링, 웹어플리케이션 기술 등 기존 기술을 활용하여 보다 참여 주체의 협업이 용이하도록 개발되어야 한다. 블록체인 기반 식품콜드체인 플랫폼은 하나의 싱글윈도우에 데이터공급자는 무료로 플랫폼에 데이터를 입력하고, IoT 기술을 활용하여 데이터가 수집되면, 수집된 데이터는 블록체인기반으로 보호되도록 설정되어야 한다.

앤티워프항의 NxtPort는 데이터의 가시성 향상을 통해 항만, 공항 등을 중심으로 하는 교통체증 문제, 환경 및 안전 문제 등을 해결했다. 이에 NxtPort의 사용자는 시작 4개월만에 약 20% 증가하였다¹⁰²⁾. 즉 우리나라 수출입 물류 환경에 적합한 블록체인 콜드체인 플랫폼 구축 및 활용을 위해서는 앤티워프항의 NxtPort 사례의 거버넌스, 적용기술, 수익 창출 비즈니스모델 등을 활용하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

102) World of Analytics(검색일: 2020. 10. 1); 시작시점(2019. 4) → 4개월 뒤(2019. 8)

참고문헌

〈국내 문헌〉

국가기술표준원, 「KATS 기술보고서」, VOL.107., 2018.02.

기획재정부, 『수입축산물 유통구조 현황과 정책과제 발굴』, 2017.

김상효·이계임·홍연아·허성윤, 『농식품 표시정보 현황 및 활용도 제고 방안』, 한국농촌경제연구원, 연구보고서 2018-10, 2018.

김완식·강태호·석동준·구홍서·전광규, 「온도 모니터링 제품 현황 분석」, 『주간기술동향』 1914호, 2019.

김유석, 「블록체인과 ICO의 개요」, 『Deloitte 인더스트리 포커스』 56호, 2018.5.

관계부처합동, 「한국판 뉴딜 종합계획」, 한국판 뉴딜 국민보고대회 자료, 2020. 7. 14.

선일성·안성진, 「의약품 콜드체인 3자 물류업체의 선정요인이 만족도에 미치는 영향에 관한 실증연구」, 『한국항만경제학회지』, 34(3): 1-15, 2018.

식품의약품안전처, 「시범사업 제안요청서」, 2018.

식품의약품안전처, 「식품안전관리인증 서비스 플랫폼 구축 시범사업 제안요청서」, 2018.

신수용·이언경·조지성·이지원·이성우, 『신선식품 수출입 증대를 위한 우리나라 항만물류 개선 방안』, 한국해양수산개발원 기본연구 2019-21, 2019.

안혜정, Ganjar Alfian, Umar Farooq, M.Alex Syaekhoni, 한정훈, 이종태, 「효율적인 농산물 콜드체인을 위한 국제 표준 기반의 e-페디그리 모형 설계」, 『한국경영과학회 학술대회논문집』, pp. 956~963., 2014

이계임·조소현·전상곤·김성훈·송양훈, 『농식품 원산지표시의 효과 분석과 활용도 제고 방안』, 한국농촌경제연구원 기본연구보고서, pp.1~170, 2011.

이언경·최상화·전형모·이상혁, 『온·습도 민감화물 항만 유치방안 연구』, 한국해양수산개발원 연구보고서 기본연구 2016-13, 2016.

이성우·장홍석·송주마·박한나, 『중국 콜드체인 물류시장 진출 방안 연구』, 한국해양수산개발원 연구보고서 기본연구 2013-02, 2013.

- 이제영·우청원, 「블록체인 기술의 전망과 한계 그리고 시사점」, 『미래연구 포커스』, 제4호, 2018.
- 이제영, 「블록체인(Blockchain) 기술동향과 시사점」, 과학기술정책연구원, 『동향과 이슈』 제34호, 2017.
- 이제영, 「블록체인3.0시대와 암호화폐의 미래」, 과학기술정책연구원, 『Future Horizon』 제3호, 2018.
- 이정민, 김창호, 김용렬, 「농식품 분야 블록체인 기술 활용 현황과 시사점」, 『농정포커스』 제175호, 2019.
- 이혜옥, 「농식품 콜드체인 관련 기술과 최근 기술 개발 동향」, 『설비저널』, 45(2): 16-22, 2016.
- 입법정책연구원, 『한국의 블록체인에 대한 법 규제 체계』, 2019.
- 산업통상자원부, 『자유무역지역 콜드체인허브 구축 및 연계방안 연구』, 2015.
- 솔트룩스, 「TORNADO 수집 제품 소개」, 2015.
- 정보통신산업진흥원, 「블록체인 산업 현황 및 국외 정책 동향」, 2019.
- 천영선, 『글로벌 콜드체인 네트워크 구축에 관한연구: 신선식품 및 동북아 허브네트워크 경쟁력을 중심으로』, 2018.
- 축산물품질평가원, 「2019년 축산물 유통실태」, 2020.
- 한관순, 「신선농산물 물류효율화를 위한 콜드체인 시스템의 고도화 방안에 관한 연구」, 『물류학회지』, 25(4): 65-83, 2015.
- 한국블록체인협회, 『BLOCKCHAIN 동향과 이슈』, 2019.8월 제10호., 2019.
- 한국식품콜드체인협회, 『콜드체인관리』, 2018.
- 한국해양수산개발원, 「해양수산 빅데이터 플랫폼 및 센터 구축 사업」, 착수보고회, 2020.
- 허길행·정은미, 『농축산물 콜드체인시스템 구축방안』, 한국농촌경제연구원 연구보고 R366/1997.12., 1997.

〈국외 문헌〉

- Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., and Louviere, J. "Stated preference approaches for measuring passive use values: choice experiments and contingent valuation", *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1), 64-75., 1998.
- Andy Sze, "Cold Chain Logistics", CAREC, CFCFA Logistics Management Training, 2014.
- APEC, "High Level Public-Private Forum on Cold Chain to Strengthen Agriculture and Food's Global Value Chain", APEC#216-AT-01.1., 2015.
- Aprile, M. C., Caputo, V., and Nayga Jr, R. M., "Consumers' valuation of food quality labels: the case of the European geographic indication and organic farming labels.", *International Journal of Consumer Studies*, 36(2), pp.158-165., 2012.
- Behnke, K., and Janssen, M. F. W. H. A., "Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology.", *International Journal of Information Management*, 52, 101969., 2020.
- Brooks, K. and Lusk, J.L., "Stated and revealed preferences for organic and cloned milk: combining choice experiment and scanner data", *American Journal of Agricultural Economics*, 92(4), pp.1229-1241., 2010.
- Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B., and Rittmer, J., "A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been?", *International Journal of Information Management*, 52, pp.1-10, 2020.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., and Giaffreda, R., "Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation.", In 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany) ,IEEE., pp.1-4., 2018.
- Chang, J.B., Lusk, J.L. and Norwood, F.B., "How closely do hypothetical surveys and laboratory experiments predict field behavior?", *American Journal of Agricultural Economics*, 91(2), pp.518-534., 2009.

- EAT, “Diets for a better future”, 2020.7.
- FAO, “The methodology of the FAO study: Global food losses and food waste-extent, causes and prevention”, 2013.
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., and Zhang, X., “Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges.”, *Journal of Cleaner Production*, 260, pp. 1-15., 2020
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., and Simal-Gandara, J. “Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis.”, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 107, pp.222-232., 2018
- Grand View Research, “Cold chain market: market analysis from 2014 to 2025”, 2019
- Jayne, T.S., L. Rubey, F. Lupi, D. Tschirley, and M.T. Weber., “Estimating Consumer Response to Food Market Reform Using Stated Preference Data: Evidence from Eastern and Southern Africa”, *American Journal of Agricultural Economics*, 78(3):820-824., 1996.
- Jo, J., Lusk, J. L., Muller, L., and Ruffieux, B., “Value of parsimonious nutritional information in a framed field experiment.”, *Food Policy*, 63, pp.124-133., 2016.
- Kamilaris, A., Fonts, A., and Prenafeta-Boldó, F. X., “The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains”, *Trends in Food Science and Technology*, 91, pp. 640-652, 2019.
- Kessels, R., Jones, B. and Goos, P., “Bayesian optimal designs for discrete choice experiments with partial profiles”, *Journal of Choice Modelling*, 4(3), pp. 52-74., 2011.
- Kshetri, N., “Blockchain’s roles in meeting key supply chain management objectives.”, *International Journal of Information Management*, 39, pp.80-89., 2018.
- Louis A. Lefebvre, Linda Castro, Élisabeth Lefebvre., “RFID: An Emerging Paradigm

- m for the Agrifood Supply Chain”, *Intelligent Agrifood Chains and Networks*, pp.109–129., 2011.
- Loureiro, M. L., and Umberger, W. J., “A choice experiment model for beef: What US consumer responses tell us about relative preferences for food safety, country-of-origin labeling and traceability.”, *Food policy*, 32(4), pp. 496–514., 2007.
- Lusk, J. L., Roosen, J., and Fox, J. A., “Demand for beef from cattle administered growth hormones or fed genetically modified corn: A comparison of consumers in France, Germany, the United Kingdom, and the United States.”, *American Journal of Agricultural Economics*, 85(1), pp.16–29., 2003.
- Liu, P., Long, Y., Song, H. C., and He, Y. D., “Investment decision and coordination of green agri-food supply chain considering information service based on blockchain and big data”, *Journal of Cleaner Production*, 277, pp. 1–11., 2020.
- Muller, L., Lacroix, A., Lusk, J. L., and Ruffieux, B., “Distributional impacts of fat taxes and thin subsidies.”, *The Economic Journal*, 127(604), 2066–2092., 2017.
- Samuel Mercier, Sebastien Villeneuve, Martin Mondor, Ismail Uysal., “Time-Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments”, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Volume 16, Issue 4, pp.647–667.,2017.
- Scarpa, R., Campbell, D. and Hutchinson, W.G., “Benefit estimates for landscape improvements: sequential Bayesian design and respondents’ rationality in a choice experiment”, *Land Economics*, 83(4), pp.617–634., 2007.
- Swait, J., and R.L. Andrews., “Enriching Scanner Panel Models with Choice Experiments”, *Marketing Science* 22(4):442–460., 2003.
- Tian, F. “An information system for food safety monitoring in supply chains based on HACCP, blockchain and internet of things” (Doctoral dissertation, WU Vienna University of Economics and Business), 2018.
- Zhang, W., and B. Sohngen., “Do U.S. Anglers Care about Harmful Algal Blooms?”

A Discrete Choice Experiment of Lake Erie Recreational Anglers”, *American Journal of Agricultural Economics*, 100(3):868-888., 2018.

農林水産業, 「品目別の輸出力強化に向けた対応方向」, 2016.

〈인터넷 자료〉

국가법령정보센터, 「농산물우수관리기준」, <https://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000175898>(검색일: 2020. 4. 2)

국가법령정보센터, 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률 시행령」, <https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=212349andefYd=20200101andancYnChk=0#0000>(검색일: 2020. 6. 1)

국가법령정보센터, 「축산물 위생관리법」, <https://www.law.go.kr/lsSc.do?section=andmenuId=1andsubMenuId=15andtabMenuId=81andeventGubun=060101andquery=%EC%B6%95%EC%82%B0%EB%AC%BC+%EC%9C%84%EC%83%9D%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%B2%95#undefined>(검색일: 2020. 6. 24)

국립농산물품질관리원, 축산물이력관리, <https://www.naqs.go.kr/contents/contents.do>(검색일: 2020. 6. 24)

농림축산식품부, 「블록체인으로 쇠고기 이력 확인한다」, <https://www.mafra.go.kr/mafra/293/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGbWFmcmlElMkY2OCUyRjMxODgzNyUyRmFydGNsVmllldy5kbyUzRmJic0NsU2VxJTNEJTl2aXNWaWV3TWluZSUzRGZhbHNlJTl2cmdzRW5kZGVtdHllM0QlMjZwYWdlJTNEMSUyNmJic09wZW5XcmRTZXElM0QlMjZyZ3NCZ25kZVN0ciUzRCUyNnNyY2hXcmQlM0QlMjZwYXNzd29yZCUzRCUyNnNyY2hDb2x1bW4lM0QlMjZyb3clM0QxMCUyNg%3D%3D>(검색일: 2020. 8. 27)

농식품수출정보, 우리나라 쇠고기 수출입 통계, <https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>(검색일: 2020. 8. 27)

단체표준종합정보센터, 「단체표준 소개」, <https://www.standard.go.kr/KSCI/ctl/html.do?sessionId=iL5vbNq4pk+rdYUBhI AADWGf.node01?viewPath=/ctl/std/intro/intro>(검색일: 2020. 04. 02)

식품의약품안전처, 「축산물의 가공기준 및 성분규격」, https://www.mfds.go.kr/brd/m_211/view.do?seq=11802(검색일: 2020. 6. 5)

JEWews, 「비인증 수산물 HACCP 둔갑 업자 적발」, <https://www.newsje.com/news/articleView.html?idxno=68010>(검색일: 2020. 12. 30)

찾기쉬운 생활법령정보, 「농산물 우수관리인증」, <https://www.easylaw.go.kr/CS/P/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1011&ccfNo=2&cciNo=2&cnpClsNo=2>(검색일: 2020. 4. 2)

찾기쉬운 생활법령정보, 「농산물 이력추적제도」, <https://www.easylaw.go.kr/CS/P/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1011&ccfNo=2&cciNo=1&cnpClsNo=2>(검색일: 2020. 4. 2)

찾기쉬운 생활법령정보, 「축산물 이력추적제도」, <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1011&ccfNo=4&cciNo=1&cnpClsNo=1>(검색일: 2020. 4. 3)

축산물 이력제, 「최고기 이력추적제 이렇게 시행됩니다.」, <https://mtrace.go.kr/customerReferenceRoomview.jsp>(검색일: 2020. 4. 2)

축산물 이력제, 사업소개, http://aunit.mtrace.go.kr/businessFlowChartList.jsp#cow_step3(검색일: 2020. 8. 27)

찾기쉬운 생활법령정보, 「수산물 품질인증 제도」, <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1011&ccfNo=3&cciNo=2&cnpClsNo=3>(검색일: 2020. 4. 2)

찾기쉬운 생활법령정보, 「수산물 품질인증 신청서」, <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1011&ccfNo=3&cciNo=2&cnpClsNo=3>(검색일: 2020. 4. 2)

찾기쉬운 생활법령정보, 「수산물 이력추적제도」, <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1011&ccfNo=3&cciNo=1&cnpClsNo=2>(검색일: 2020. 4. 3)

- 통계청, 소비자물가지수 개요, http://kostat.go.kr/incomeNcpi/cpi/cpi_cp/1/1/index.static(검색일: 2020. 6. 22)
- 통계청, 소비자물가지수 대표품목, http://kostat.go.kr/incomeNcpi/cpi/cpi_cp/1/2/index.static(검색일: 2020. 6. 22)
- Foodtoday, 「양심불량」 학교급식 원산지 불량 식재료 납품 업자 적발, <http://www.foodtoday.or.kr/mobile/article.html?no=123883>(검색일: 2020. 12. 30)
- 한국식품안전관리인증원, 「적용절차」, <https://www.haccp.or.kr/site/haccp/sub.do?key=95>(검색일: 2020. 4. 3)
- 한국식품안전관리인증원, 「안전관리통합인증제 제도소개」, <https://www.haccp.or.kr/site/haccp/sub.do?key=702>(검색일: 2020. 4. 3)
- 한국식품안전관리인증원, 축산물 인증업소 통계, <https://www.haccp.or.kr/site/haccp/sub.do?key=221>(검색일: 2020. 5. 31)
- 한국식품콜드체인협회, <http://kfcca.kr/>(검색일: 2020. 4. 1)
- Cool Chain Association, <http://coolchain.org/>(검색일: 2020. 4. 2)
- Datamixi DB, <http://datamixi.saltlux.com>(검색일: 2020. 6. 29)
- DOCPLAYER, 「NxtPort, Towards a competitive advantage(2017)」, <https://docplayer.nl/58242282-Towards-a-competitive-advantage.html>(검색일: 2020. 10. 4)
- ECSLA, <https://ecsla.eu/>(검색일: 2020. 4. 20)
- FAO, 「FOOD LOSS AND WASTE IN THE FOOD SUPPLY CHAIN」, <http://www.fao.org/3/a-bt300e.pdf>(검색일: 2020. 9. 16)
- FAO, Food wastage: key facts and figures, <http://www.fao.org/news/story/en/item/196402/icode/>(검색일: 2020. 9. 28)
- IBM FoodTrust, IBM Food Trust Value Assessment, <https://food-trust-roi.mybluemix.net/results.html?retail-product-category=chickenandretail-grocery-revenue=1000000andretail-nummber-stores=2000andretail-number-dcs=25andretail-trace-backs=5andretail-trace-backs-annually=200andretail-certificates=7andcareer=retail>(검색일: 2020. 6. 25)

- IHS World Trade Service DB(검색일: 2019. 10. 7)
- Korean Air Cargo, <https://cargo.koreanair.com/ko/UnitLoadDevice> (검색일: 2020. 11. 2)
- NxtPort, 「Towards a competitive advantage(2017)」, <https://docplayer.nl/58242282-Towards-a-competitive-advantage.html>(검색일: 2020. 10. 4)
- Maersk, 「Captain Peter - your reefer visibility assistant」, <https://www.maersk.com/supply-chain-logistics/remote-container-management>(검색일: 2020. 11. 2)
- Rankro, 「전세계 이산화탄소(CO₂) 배출순위 Top 20」, <https://rankro.tistory.com/246>(검색일: 2020. 9. 16)
- RESET, 「Global Food Waste and its Environmental Impact」, <https://en.reset.org/knowledge/global-food-waste-and-its-environmental-impact-09122018>(검색일: 2020. 9. 16)
- STEEMIT, 「2018, Blockchain 3.0! Are you ready?」, <https://steemit.com/blockchain/@techsruptive/2018-blockchain-3-0-are-you-ready>(검색일: 2020. 4. 21)
- SIEMENS, Plant Simulation, <https://www.plm.automation.siemens.com/store/ko-kr/trial/plant-simulation.html> (검색일: 2021. 1. 6)
- USDA, Guidelines, https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/a6c951eb-1f84-49bd-857d-37af35b1d1ae/transportguide_ko.pdf?MOD=AJPERES (검색일: 2020. 9. 5)
- World Economic Forum, <https://www.weforum.org/>(검색일: 2020. 4. 21)
- World of Analytics, 「How NxtPort unlocks the potential of sharing data in the port of Antwerp」, <http://worldofanalytics.be/blog/how-nxtport-unlocks-the-potential-of-sharing-data-in-the-port-of-antwerp>(검색일: 2020. 10. 1)

〈인터뷰 자료〉

대한항공 최재영 차장(2020.11.2., 대한민국 인천)
 삼성 SDS 양영태 프로(2020.6.20., 2020.8.16., 대한민국 서울)
 용문 허승욱 이사 (2020.8.13., 대한민국 부산)
 우람축산 전명기 대표(2020.7.15., 대한민국 마산)
 지팬스스마트로 양현석 대표(2020.8.16., 대한민국 서울)
 ㈜기본 이준호 대표(2020.7.13., 대한민국 서울)
 축산물품질평가원 남승엽 과장, 이정용 처장(2020. 9. 17.. 대한민국 세종)
 태우그린푸드 이동훈 팀장(2020.6.15., 대한민국 서울)
 한국농촌경제연구원 이형우 박사, 이정민 박사(2020.6.3., 대한민국 나주)
 한우수출사업단 정은선 박사(2020.5.29., 대한민국 서울)
 한국식품연구원 최윤상 박사(2020.6.4., 대한민국 전주)
 BIDC 배효상 팀장(2020.6.10., 대한민국 부산)
 SPC GFS 한주현 팀장(2020.6.19., 2020.10.12. 대한민국 서울)

부록

부록1. 블록체인 기술 주요 적용 산업

■ 금융

〈부록 표 1-1〉 금융 분야 블록체인 플랫폼 활용 사례

	사례
리플 (Ripple)	• 2012년 암호화폐(XRP)를 발행해 다양한 이종통화 및 자산간 송금 가능 서비스 출시
비자 유럽 (Visa Europe)	• 2015년 비트코인을 활용해 해외로 송금 가능 서비스(BitPesa) 개발
크론 (KRONN Ventures AG)	• 외환 송금시 보다 간편한 금융시스템 서비스 개시
JP 모건	• 2016년 INN(Internbank Information Network)은 이더리움을 기반으로 만들어진 프라이빗 블록체인 퀴럼(Quorum)에 구축된 네트워크를 개발 • 은행 간 결제 정보를 실시간으로 교환 가능 • 암호화폐 JPM코인을 개발
중국양광보험	• 블록체인 기반의 디지털 지갑을 개발해 관계사, 파트너사 간 멤버십 포인트 사용과 적립 통합 관리 시스템 개발
골드만삭스	• 2015년 가상화폐 세틀코인(SETLcoin) 개발
NH농협은행	• 코빗과 제휴
신한은행	• 스트리미에 지분 투자를 통해 블록체인 기술기반 외환송금 시스템 공동 개발 • 블록체인 형태로 자료를 보관하는 창구서비스 '디지털 키오스크' 시행
하나금융 그룹	• 글로벌 블록체인 컨소시엄 'R3 CEV' 가입 • 글로벌 송금, 보안인증, 증권보호 등 다양한 금융서비스에 블록체인 기술 활용
KB국민카드	• 블록체인 기술을 활용한 개인인증 시스템 도입

자료: 블록체인과 물류/유통 혁신, 그리고 디지털 무역, 삼정KPMG 경제연구원 Issue Monitor 제85호
p.6, 김상환, 블록체인에 기반한 금융업 혁신, Deloitte, p.7 자료를 기반으로 저자 작성

- ▶ 금융 산업은 블록체인이 가장 먼저 활성화된 산업이다. 특히 2008년 사토시 나카모토가 비트코인 관련 논문을 발표한 이후, 2017년 블록체인 기술을 활용한 가상화폐 즉, 비트코인 열풍으로 대중적인 관심이 시작되었다. 대부분의 정부는 암호화폐 시장이 과열되었다는 판단 하에 블록체인 기반 자산에 대해 단속을 강화했지만, 동시에 중앙은행들은 암호화폐 활용을 시도했다.
- ▶ 암호화폐를 통해 블록체인 기술에 대한 인지도가 높아지자 금융사들은 암호화폐 외에도 인증, 결제 및 송금, 증권거래, 스마트 계약, 대출·투자·무역거래 등에 블록체인 기술을 활용하기 시작했다. 블록체인 기술을 활용하면, 절차 간소화를 통해 거래·운영·관리 비용 및 시간을 절감하고, 문서의 위변조를 방지해 보안성을 강화할 수 있기 때문이다.
 - 골드만삭스의 세틀코인은 실시간으로 주식, 채권 등에 대한 거래가 가능하고, 거래내역 역시 블록체인의 분산된 네트워크 원장에 바로 기록돼 이력을 쉽게 확인해 볼 수 있어 위조가 불가능한 것이 특징이다.¹⁰³⁾
 - 중국양광보험은 블록체인 기반의 디지털 지갑(Digital Wallet)을 개발해 관계사, 파트너사 간 멤버십 포인트를 개인간 자유롭게 거래를 가능하도록 했으며, 은행과의 연계를 통해 현금으로도 전환이 가능하도록 했다.
- ▶ 국내 금융계에서도 블록체인에 대한 관심이 높아지면서 기술을 개발하는 것뿐만 아니라 블록체인 스타트업에 투자하거나, 제휴

를 하는 금융사 또한 증가하고 있다.

- KB국민카드의 경우, 블록체인 기술을 활용해 개인인증 시스템을 도입했다.
- 신한은행은 블록체인 외환송금 시스템 개발 스타트업인 스트리미와 협업에 5억 원의 지분 투자를 통해 블록체인 기술을 활용한 외환송금 시스템을 공동 개발 중이며, 블록체인 형태로 자료를 보관하는 창구서비스인 ‘디지털 키오스크’를 시행 중이다.¹⁰³⁾
- NH 농협은행의 경우, 비트코인 거래소인 코빗과 제휴하여 인 증, 송금 등에 블록체인 기술을 접목하는 방안을 검토 중이다.

103) 김현수, 권혁준, 보험 산업의 블록체인 활용: 점검 및 대응, 보험연구원, 2018, p.38

104) 홍승필, 금융권 블록체인 활용 방안에 대한 정책 연구, p.22

■ 물류·유통·무역

- ▶ 글로벌 공급사슬관리가 복잡해지고, 지역범위도 넓어지면서 상품의 진위여부에 대한 소비자의 신뢰도가 낮아지고 있으며, 기업의 계약 체결, 재고관리, 제품 이력관리 등 기업 활동의 정보관리 또한 복잡해졌다. 이를 해결하기 위해 물류·유통·무역 분야 기업들은 블록체인 기술을 적용해 정보의 투명성과 정확성, 안전성을 제고하고자 한다.

〈부록 표 1-2〉 물류·유통·무역 분야 블록체인 플랫폼 활용 사례

기업	활용 내용
에버레저	다이아몬드나 와인 등 고부가가치 사치품들의 원산지 추적 및 인증에 IBM 블록체인을 활용
UPS	2017년 11월 블록체인 트럭운송 얼라이언스(BiTA) 합류를 공식 발표하면서 블록체인 기반의 업계 표준을 만드는 데 뛰어듬
삼성SDS	해운물류와 무역 고도화를 위하여 자체적으로 블록체인 솔루션 NexLedger를 개발
SK C&C	2017년부터 블록체인 물류시범 사업 진행 - SK텔레콤의 사물인터넷 전용망을 활용해 컨테이너 화물 위치추적과 관리 시스템을 개발
Barclays	2016년 9월부터 신용장을 블록체인 내에 기록해관리하는 서비스 제공 - Wave의 블록체인 플랫폼을 통해 스마트 계약으로 업무 절차간소화
머스크	2018년 1월 IBM과 합작법인회사 설립 - 하이퍼레저에 기반한 블록체인 기술을 이용해 매년 수천만 대의 컨테이너 선박을 관리하고 추적할 계획

자료: 블록체인과 물류/유통 혁신, 그리고 디지털 무역, 삼정KPMG 경제연구원 Issue Monitor 제85호 p.6

■ (에버레저) 물류·유통·무역

▶ 에버레저는 다이아몬드가 가공, 연마, 제조, 판매단계를 거치면서 부가가치가 높아진다는 점, 크기가 작기 때문에 도난당하기 쉽다는 점, 서류 조작이 가능하다는 점 등과 같은 다이아몬드 사업의 문제점을 해결하기 위해 블록체인 시스템을 도입했다. 이 블록체인 시스템은 국제적인 다이아몬드 거래를 기록한 장부로서, 총 3단계를 통해 다이아몬드의 진위여부, 이력추적이 가능토록 했다.

- 제1단계는 각 다이아몬드에 e-ID를 부여한 다음 길이, 커팅각도 등과 같은 특징을 디지털화해 블록체인 장부에 기록한다.
- 제2단계는 다이아몬드가 채굴된 광산부터 그 이후의 거래이력을 블록체인에 기록한다. 소비자는 채굴 단계에서부터 판매단계까지 정보 및 그 전까지의 구입이력을 확인할 수 있기 때문에 스스로 진위여부를 알 수 있다.
- 제3단계에서는 각국 보험회사나 감정소와 1, 2단계에서 만들어진 정보를 공유해 불법이나 부정행위를 방지한다. 이와 같은 시스템은 다이아몬드뿐 만 아니라 고부가가치 사치품과 관련한 사업에도 같은 방식으로 적용 가능하다.

■ (삼성SDS) 물류·유통·무역

- ▶ 해운물류 분야에서도 블록체인 기술은 적용 가능하다. 블록체인에 등록된 거래 정보는 위변조가 어렵기 때문에 거래 내용에 대한 신뢰성이 보장된다. 특히 물류분야는 거래과정에서 많은 문서가 발생되기 때문에 블록체인에 스마트 계약기술을 접목시켜 수작업으로 이루어지던 서류처리 과정이 모두 전자화시킨다면, 업무 속도가 향상된다는 장점을 갖고 있다. 또한, 물류분야는 제조사, 유통사, 항만 및 공항, 선사, 소비자 등 다양한 참여자가 적합한 정보에 접근할 수 있어야 하기 때문에 정보의 정확성과 진위성, 신속성이 중요하다.
- 해운물류분야 블록체인 적용 사례는 삼성SDS의 넥스레저(NexLedger)가 그 대표적인 예이다. 2017년 5월 삼성SDS는 컨소시엄을 구성해 ‘민관 합동 해운물류 블록체인 컨소시엄’의 시범사업을 시행했다. 컨소시엄에는 관세청, 부산항만공사, 현대상선, 고려해운, 한국IBM, 삼성SDS 등이 참여했으며, 삼성SDS의 블록체인 플랫폼인 넥스레저를 활용해 해운물류 과정을 분석하고, 기념 증명을 실시했다. 그 결과, 효과가 명확한 주요 업무는 ①화주와 선사간 예약, ②B/L(선하증권) 업무처리 간소화, ③선사와 세관간 세관신고 간소화, ④ 컨테이너별 실시간 정보 확보 등 4가지였다.
- 특히 선하증권의 경우, 선적된 화물을 수령하기 위해서 반드시 필요한 서류 중 하나로 면대면으로 전달하는 경우도 많아, 소요시간이 긴 편이다. 한편, 블록체인을 통해 선사가 선하증권을 발급하고, 화주는 확인과 동시에 후속 업무를 진행할 수 있어 소요시간을 절감할 수 있다.¹⁰⁵⁾

■ 공공서비스

- ▶ 블록체인 기술의 특징이 신뢰성 및 투명성임에 따라 공공분야에 블록체인 기술을 다양하게 활용해 정부서비스의 질을 제고할 수 있다. 에스토니아, 두바이, 중국, 미국 등 다양한 국가에서 기술 효용성 및 파급효과 등을 검증하기 위한 시범사업을 추진 중이다.

〈부록 표 1-3〉 공공 분야 블록체인 플랫폼 활용 사례

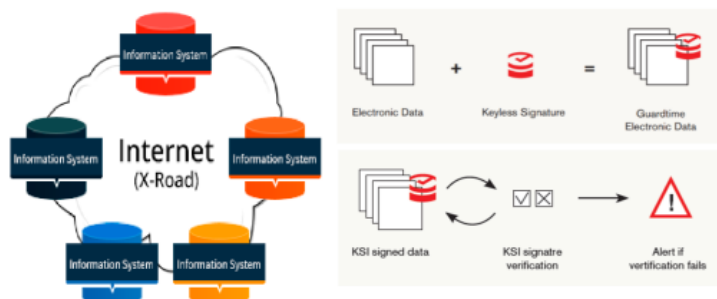
기업	활용 내용
에스토니아 (E-Estonia)	• e-Residency와 X-Road를 연계한 행정서비스의 디지털화 • 의료, 전자투표, 인구등록, 보험, 세금, 금융 등 약 2,437개의 민관연계 서비스 제공
두바이 (Smart Dubai)	• 블록체인 기반 환경 구축과 등 AI, IoT 등 ICT 기술의 접목으로 공공서비스 품질 및 국민 삶의 질 향상을 위한 스마트 시티 구축 • 차량관리, 부동산 거래, 교육, 예술품 거래 등 관련 서비스 제공
중국 (Innova City)	• 중국 항저우를 현금 및 종이없는 블록체인 도시로 개발 • 제조, 금융, 에너지, 주민등록 관리 등 서비스 제공
한국 (Smart Gov)	• 모바일 전자정부 서비스 활성화 및 인프라 확충 • 온라인 투표, 전자문서 유통 서비스 추진
미국	• 2017년 1월 FDA는 IBM 왓슨 헬스와 2년간의 공동 개발 협약을 체결하여 환자 데이터를 안전하게 공유하고자 블록체인을 사용하는 방법 모색 • 국토안보부(DHS)는 국경수비대 카메라 및 센서에서 수집한 데이터를 보호하고자 블록체인 기능 테스트 시행
스위스 추크(Zug)	• 공공 서비스 이용료를 암호화폐로 낼 수 있도록 허용 • 블록체인에 구축된 ID 등록을 디지털화 • 전자 투표 테스트 시행

자료: 이종엽, 공공서비스 분야 블록체인 기술 활용 확산 방안, 소프트웨어정책연구소., 2018. 및 <http://www.ciokorea.com/news/38904> 자료를 바탕으로 저자 작성.

105) 이종범, 김갑수, 삼성 SDS 해운협회 구축사례로 살펴보는 블록체인 적용사례 연구, 2018

■ (에스토니아) 공공서비스

〈부록 그림 1-1〉 에스토니아 정부의 전자정부 구현 구상도



자료: 이진욱, 공공영역의 블록체인 활용, 2018 제7차 KriGF 발표자료, 2018.

- ▶ 에스토니아는 대표적인 블록체인 기반 전자정부로서, 영토를 잃어도 국민의 정보를 전자 형태로 보유하면 국가를 유지할 수 있다는 발상에서 정부의 공공서비스를 스마트화(E-Government) 사업을 추진하기 시작했다.
- (교육) 1990년대 말부터 교육 분야의 디지털화, 학교간 통합을 시작했으며, 프로그래밍 교육을 교육과정에 포함시켰다. 또한, 주민센터에서 무료로 인터넷 사용법을 교육하는 등 국민의 IT 사용능력(IT Literacy)을 향상시키기 위한 정책을 꾸준히 추진했다. 또한 E-School 플랫폼을 통해 학생, 부모, 교사는 연락처, 학생 성적, 지도내용, 평가 등과 같은 정보를 공유할 수 있도록 했다.
- (경찰) 2005년 에스토니아 정부는 E-Police를 도입해 경찰이 현장에서 바로 단말기에 접속해 필요한 정보를 얻을 수 있도록 했다.

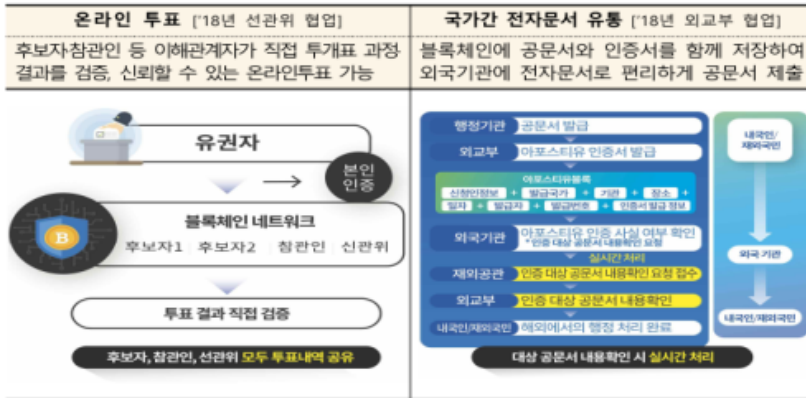
- (보건) 2008년부터는 E-Health 시스템을 구축해 ID카드로 건강보험 가입 여부를 확인하고, 본인의 동의 하에 의사가 온라인상에 업로드 되어 있는 환자의 진료기록, 병력 등을 관리할 수 있게 되었다. 의료기록에 접근하여 내용이 변경될 때마다 변경 내역이 블록체인에 기록되며 KSI(Keyless Signature Infrastructure)¹⁰⁶⁾ 서명이 해당 기록 옆에 저장된다. 해당 서명은 변경 상황이 발생할 시점을 증명하는 전자 타임스탬프(Time stamp)의 역할을 하며 블록체인을 통해 누가 기록을 변경했는지 검증할 수 있다.¹⁰⁷⁾
- (정부) 2016년 E-Government 사업의 일환으로 국가 차원의 블록체인망을 구성해 ID카드만 소지하고 있다면, 모든 공공서비스에 대한 접근이 용이하도록 했다(E-Residency). 2018년 에스토니아 정부는 세계 최초로 국회의원 선거에서 전자투표 방식을 도입했다.
- 2002년부터는 국민들에게 개인ID카드 소지를 의무화 했고, 이 카드에는 IC칩이 내장되어 있어 개인인증과 전자서명 기능 모두 가능도록 했다.¹⁰⁸⁾
- 이 모든 공공서비스 분야 간 정보교환은 'X-Road'라는 연결프로그램을 통해 이루어진다. X-Road 상의 데이터는 디지털 신호화 및 암호화 되어 있다. 실제 데이터 교환은 개별 데이터베이스 간의 통신으로 이루어지며, 중앙 서버를 경유하지 않는다.¹⁰⁹⁾

106) 에스토니아 보안 전문회사인 가드타임(Guardtime)이 최초 개발한 인증 방식인 KSI(Keyless Signature Infrastructure)은 독자적인 프라이빗 블록체인 기술로서, 본인의 ID로 특정 데이터에 전자서명을 하면, 고유값이 생성된다. 이 값은 ID로 생성된 정보에 접근할 수 있는 열쇠 역할을 한다.

107) 이영환, 강태홍, 오세창 외 4명, 출연연 등 과기정통부 산하 공공기관 예산집행 투명성 확보를 위한 블록체인 기술 적용방안 연구, 한국금융정보 기술융합학회, 2018, p.19

■ (한국) 공공서비스

〈부록 그림 1-2〉 우리나라 정부의 공공분야 블록체인 기술 도입 계획



자료: 과학기술정보통신부, 블록체인 기술 발전전략, 2018.6.

- ▶ 우리나라 정부는 2000년 이후 범국가적으로 전자정부를 추진한 결과, 2010년 UN 전자정부 평가 1위를 차지하며 세계 최고의 전자정부를 구현한 것으로 평가되었다. 정부는 공급자 중심에서 수요자 중심으로, 제한된 전자정부 서비스에서 보편적 전자정부 서비스를 제공하고자 노력해왔다. 이에 2018년 정부는 블록체인 기술 발전전략을 세웠고, 이 전략을 통해 금융, 의료, 콘텐츠, 공공, 물류·유통, 에너지 등 6가지 산업과 결합해 효율성을 높이고 새로운 경제적 가치를 창출하고자 한다.

- 공공산업의 경우, 블록체인으로 공공서비스의 신뢰성을 제고하고, 불필요한 행정 비용을 절감하기 위해 블록체인 기술을 도

108) 오키나유리, 야나가와 노리유키, 이와시타 나오유키, *블록체인의 미래*, 2017, p.364

109) 오키나유리, 야나가와 노리유키, 이와시타 나오유키(2017), p.370

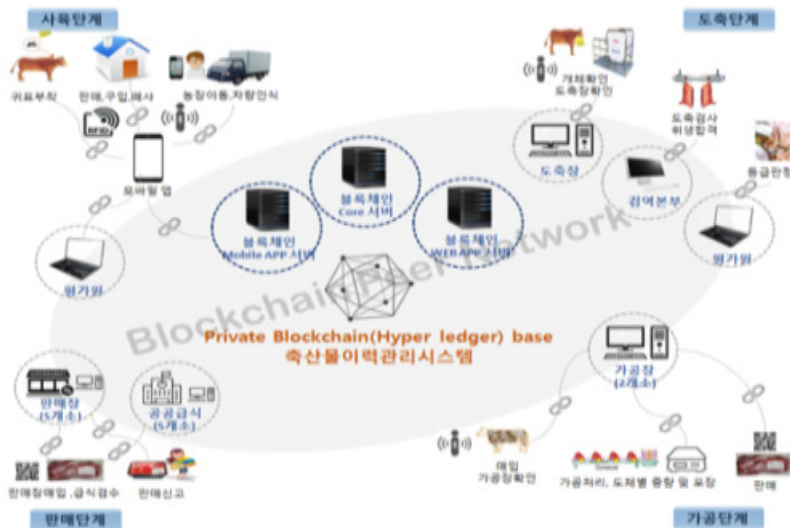
입했다. 따라서, 우리 정부는 발전전략에 따라 모바일로 발급받고 제출하는 간편한 전자증명서 시스템 및 온라인 투표 시스템을 개발하고자한다.

- 국가간 전자문서유통 시스템의 경우, 온라인 발급만 가능한 현 시스템을 발급·제출·인증까지 가능한 전자문서로 변경하는 시범사업을 다년도 지원을 통해 상용화할 계획이다.
- 온라인 투표는 유권자가 블록체인 네트워크를 통해 직접 투표 과정 및 결과를 검증할수 있도록 하는 시스템이다. 이 역시 시범사업을 우선 추진한 후 상용화할 계획이다.

부록2. 국내 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 적용사례

■ 블록체인 기반 축산물 이력관리시스템 구축 시범사업¹¹⁰⁾

〈부록 그림 2-1〉 블록체인 기반 농산물 유통플랫폼 구현 모습



자료: 한국인터넷진흥원, 「Private 블록체인 기반 축산물 이력관리시스템 구축 시범사업」 상세제안요청서, 2018

- ▶ 2018년 11월 과학기술정보통신부, 농림축산식품부, 한국인터넷진흥원, 전라북도, 농심NDS 등은 협력 하에 축산물 이력관리 시스템 구축 시범사업을 추진했다. 하이퍼레저(Hyperledger)를 기반으로 한 컨소시엄형 블록체인과 IoT를 결합해 구축한 축산물 이력관리 시스템은 1년간 전북지역을 대상으로 시행되었다. 이 시스템을 통해 이력제 등록여부, 구제역 예방접종확인서, 친환경

110) 한국인터넷진흥원, 「Private 블록체인 기반 축산물 이력관리시스템 구축 시범사업」 상세제안요청서, 2018

축산물인증서 등 각종 서류의 위변조를 사전방지하고, 가축질병 관련 문제 발생 시 신속한 이력추적이 가능해 식품의 안전성 또한 제고하고자 한다.

- ▶ 블록체인에 저장되는 정보에 대한 정확성을 높이기 위해 축산농장과 개별 소에 근거리 통신장치(RFID, 비콘)를 부착하는 등 IoT를 활용했으며, 인력 투입과 종이서류 작업절차 없이 관련 정보가 실시간으로 수집 및 저장되어, 추적시간을 기존 5일에서 10분이대로 단축하고자 한다. 저장 내용에는 축산농장, 출생, 판매, 구입, 도축, 위생검사, 온·습도, 매입, 가공, 판매 등 각 단계별 서류발급번호, 중량, 부위, 등급 등에 대한 상세한 정보가 포함되어 있다.
- ▶ 농림축산식품부는 쇠고기 이력제 블록체인 시스템을 1년간 시범 운영해본 결과 기술적인 문제는 없었으나 축산물 이력 관리 시스템은 의무이력제로 축산농장, 도축장, 포장처리업체 등 관련 업자들이 직접 장비를 구매해야 하는 비용부담이 발생하기에 상용화가 쉽지 않다는 점을 밝힌바 있다.

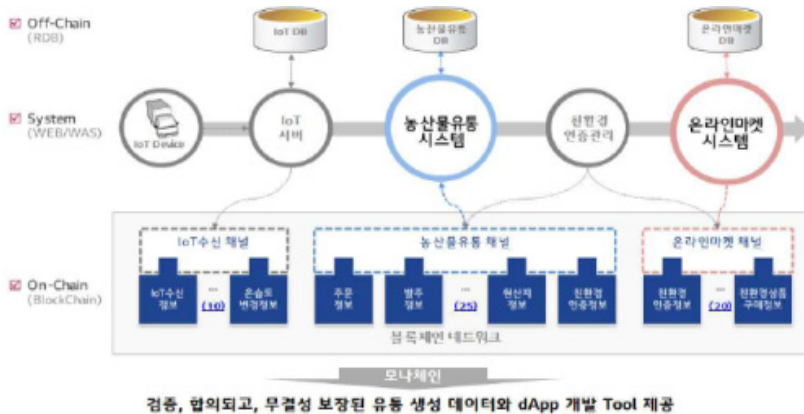
■ 블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼 및 서비스 구축

〈부록 표 2-1〉 블록체인 기반 농산물 유통플랫폼 서비스 구축사업 범위

사업의 범위	
1	블록체인 기반 유통플랫폼 및 서비스의 기획, 요구사항 분석 및 상세 설계
2	친환경 농산물 유통플랫폼 및 서비스 운영 표준 및 매뉴얼 마련
3	블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼 구축
4	유통플랫폼 기반 친환경 급식 유통관리시스템 구축
5	유통플랫폼 기반 친환경 농산물 온라인 유통판매시스템 구축
6	블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼 인프라 구축
7	참여자, 서비스의 업무체계 및 특성을 고려한 노드구성 및 블록체인 활용 방안 분석 및 적용
8	유통플랫폼 활성화를 위한 BM(Business Model)개발 및 다양한 방안 제시 등
9	기타 운영자 및 사용자 교육 등
10	안정적인 시스템 운영 방안 제시, 사업목표 달성을 위한 기타 제반사항

자료: 과학기술정보통신부 국가디지털전환 사업-블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼 및 서비스 구축 사업 추진 결과

〈부록 그림 2-2〉 블록체인 기반 농산물 유통플랫폼 구현 모습



자료: 과학기술정보통신부 국가디지털전환 사업-블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼 및 서비스 구축 사업 추진 결과

▶ 현재 농산물 유통 구조에는 여러 문제점이 상존하고 있다.

- 첫째, 친환경 농산물의 유통 거래는 지속적으로 증가하고 있음에도 불구하고, 품질이나 가격에 대한 신뢰 확보에 대한 문제 상존하고 있다. 이는 복잡한 중간 유통으로 최대 48%에 달하는 가격 변동성이 발생하여 소비자 입장에서 친환경 농산물에 대한 지속적인 소비가 부담이 되고 있기 때문이다. 또한, 생산자 입장에서 친환경 농산물은 생산 및 유통비용이 상대적으로 높기 때문에 이윤을 극대화하기 어렵다.

- 둘째, 현행 추적 시스템인 안심유통시스템을 통해 경로를 추적할 수 있으나, 바코드를 기반으로 구축되어 있어 인증 변경사항에 대해서는 추적 및 반영에 제약이 있다.

▶ 따라서 한국정보화진흥원(NIA), 전라남도, LG CNS 컨소시엄은 협력 하에 1년간 블록체인 기술을 개발 및 활용해 친환경 농산물의 유통관리를 투명화하고, 농가, 식품업체, 소비자간 정보공유 및 직거래를 유도해 소비자의 신뢰를 제고하고, 거래를 활성화시키고자 했다.

▶ 블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼을 개발하기 위해서는 ①블록체인, ②농산물 유통, ③온라인유통 등 총 세 가지로 카테고리화된 요구사항이 필요하다.

- ①블록체인과 관련된 요구사항의 경우, 노드 상태 확인 및 관리, 실시간 거래 처리량 등 조회, 모니터링, 분산 원장 관리 등 노드 및 블록 관리와 같은 기능이 포함된다.

- ②농산물 유통과 관련한 요구사항으로는 QR코드, IoT, 바코드 등 ICT 신기술들을 활용한 친환경 농산물의 데이터화, 이력추적 방안 구현, 작황 현황, 재고 현황, 사용자별 및 품목별 통계 등 생산부터 재고, 공급 및 소비까지 모든 과정별 관리 및 모니터링이 가능한 기능이 포함되어 있다.
- ③마지막으로 온라인 유통과 관련한 요구사항의 경우, 마켓 메인 페이지 관리, 구매페이지, 상품 상세정보 조회, 회원탈퇴, 주문관리 등 온라인 마켓을 관리하기 위한 관련 기능들이 포함된다.

〈부록 그림 2-3〉블록체인 기반 농산물 유통플랫폼 구축을 위한 요구사항

가) 블록체인

요구사항 ID	요구사항명	단위테스트 ID	분류사항	적용현황	비고
SFR-03-01	관리자 접근제어	WasserUser WasserMenu WasserAdmin	완료	적용	
SFR-03-02	노드 상태 확인	WasserDashboard WasserNetworkMap	완료	적용	
SFR-03-03	노드 권한 조회 및 제어	WasserOrganization WasserOrder WasserPeer WasserPeer2 WasserPeer3 WasserPeer4	완료	적용	
SFR-03-04	노드관리	WasserOrganization WasserOrder WasserPeer WasserPeer2 WasserPeer3 WasserPeer4	완료	적용	
SFR-03-05	노드 활동 실시간 기록	WasserBlockMonitoring	완료	적용	
SFR-03-07	활동 모니터링 기능	WasserBlockMonitoring	완료	적용	
SFR-03-12	블록 생성 후 거래 정보관리 및 검증 (노드별 관리 기능)	WasserBlockMonitoring	완료	적용	
SFR-03-06	블록체인 서비스(노드 제어 등)	WasserChannel1 WasserChannel2 WasserChannel3 WasserChannel4 WasserChannel5 WasserChannel6	완료	적용	
SFR-03-08	데이터 입력, 확인 및 기록	WasserBlock1 WasserBlock2 WasserBlock3	완료	적용	
SFR-03-11	생산 유통 관리	WasserBlock1 WasserBlock2 WasserBlock3	완료	적용	
SFR-03-09	사용자 인증 관리 기능	WasserNetworkConfig1 WasserNetworkConfig2 WasserNetworkConfig3 WasserNetworkConfig4 WasserNetworkConfig5 WasserNetworkConfig6 WasserMaterialRefining1 WasserMaterialRefining2 WasserMaterialRefining3 WasserMaterialRefining4 WasserMaterialRefining5 WasserMaterialRefining6 WasserMaterialRefining7 WasserMaterialRefining8 WasserMaterialRefining9 WasserMaterialRefining10 WasserMaterialRefining11 WasserMaterialRefining12	완료	적용	
SFR-03-10	인증서 발급 내역 관리	WasserNetworkConfig1 WasserNetworkConfig2 WasserNetworkConfig3 WasserNetworkConfig4 WasserNetworkConfig5 WasserNetworkConfig6 WasserMaterialRefining1 WasserMaterialRefining2 WasserMaterialRefining3 WasserMaterialRefining4 WasserMaterialRefining5 WasserMaterialRefining6 WasserMaterialRefining7 WasserMaterialRefining8 WasserMaterialRefining9 WasserMaterialRefining10 WasserMaterialRefining11 WasserMaterialRefining12	완료	적용	

다) 온라인유통

요구사항 ID	요구사항명	단위테스트 ID	분류사항	적용현황	비고
SFR-03-01	다중 채널 관리자	IT-ECM-50109	완료	적용	
SFR-03-02	판매사 시스템	IT-ECM-50117	완료	적용	
SFR-03-03	상품정보 등록 시스템	IT-ECM-50109	완료	적용	
SFR-03-04	판매사 상품 관리	IT-ECM-50117	완료	적용	
SFR-03-05	상품 판매자 상품 관리자	IT-ECM-50117	완료	적용	
SFR-03-06	상품 검색결과 목록	IT-ECM-50110	완료	적용	
SFR-03-07	상품 상세	IT-ECM-50109	완료	적용	
SFR-03-08	상품 상세	IT-ECM-50109	완료	적용	
SFR-03-09	상품 상세	IT-ECM-50109	완료	적용	
SFR-03-10	상품 상세	IT-ECM-50110	완료	적용	
SFR-03-11	상품 상세	IT-ECM-50110	완료	적용	
SFR-03-12	상품 상세	IT-ECM-50110	완료	적용	
SFR-03-13	상품 상세	IT-ECM-50113	완료	적용	
SFR-03-14	상품 상세	IT-ECM-50115	완료	적용	
SFR-03-15	상품 상세	IT-ECM-50114	완료	적용	
SFR-03-16	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-17	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-18	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-19	상품 상세	IT-ECM-50110	완료	적용	
SFR-03-20	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-21	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-22	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-23	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-24	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-25	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-26	상품 상세	IT-ECM-50116	완료	적용	
SFR-03-27	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-28	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-29	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-30	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-31	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-32	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-33	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-34	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-35	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-36	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-37	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-38	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-39	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-40	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-41	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-42	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-43	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-44	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-45	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-46	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-47	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-48	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-49	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-50	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-51	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-52	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-53	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-54	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-55	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-56	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-57	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-58	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-59	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-60	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-61	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-62	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-63	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-64	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-65	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-66	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-67	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-68	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-69	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-70	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-71	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-72	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-73	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-74	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-75	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-76	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-77	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-78	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-79	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-80	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-81	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-82	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-83	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-84	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-85	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-86	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-87	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-88	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-89	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-90	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-91	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-92	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-93	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-94	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-95	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-96	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-97	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-98	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-99	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	
SFR-03-100	상품 상세	IT-ECM-50119	완료	적용	

자료: 과학기술정보통신부 국가디지털전환 사업-블록체인 기반 친환경 농산물 유통플랫폼 및 서비스 구축 사업 추진 결과

- ▶ 이 플랫폼을 통해 저장 가능한 데이터 유형은 ①유통 이력 정보(25개), ②IoT 수신 정보(10개), ③온라인마켓 구매정보(20개) 등으로 총 50개이며, 대·내외 기관에서 연계 및 활용이 가능하도록 설계되어 있다.
- ▶ 친환경 농산물 유통플랫폼은 허가형 블록체인 플랫폼인 모나체인을 기반으로 친환경 농산물 학교 급식 유통서비스와 온라인마켓 서비스가 구현되어 오픈 후에는 검증, 합의되고 무결성이 보장된 유통상의 데이터들이 생성될 예정이다. 특히 친환경 농산물 학교급식 유통서비스는 3개년 추진을 목표로 전라남도 전체에 확산할 예정이다.

■ 공공 및 민간 분야 블록체인 시범사업

〈부록 표 2-2〉 공공 및 민간 분야 블록체인 시범사업

	제안기관	사업명	사업 내용
	컨소시엄명		
1	경찰청	블록체인 기반 디지털 증거 관리 플랫폼 구축	디지털 증거의 수집 및 활용 전 단계의 무결성 확보와 이력 관리 플랫폼 구축을 통해 국민의 정보인권 보장 및 법집행의 신뢰성 강화
	이노트리, (주)마크애니		
2	농촌진흥청	블록체인 기반 노지작물 생산·유통 관리 플랫폼 구축	노지작물(콩)의 생산→유통→소비 등 전 단계에 블록체인 기술을 결합하여 농산물 물가의 안정성 확보와 생산 유통 과정 신뢰성 증대
	(주)이지팜		
3	보건복지부	블록체인 기반 복지급여 중복수급 관리 플랫폼 구축	복지급여 관계 기관 간 투명한 정보공유로 중복수급 차단 및 중재기관 없이 처리 가능한 플랫폼 구축
	데일리블록체인, 메타빌드(주), (주)매직에코		
4	식품의약품안전처	블록체인 기반 식품안전 데이터플랫폼 구축	수입식품의 위생증명서 진위 여부 확인 및 원료 정보를 모바일 등으로 실시간 확인함으로써 수입식품에 대한 신뢰성 제고
	(주)LGCNS, (주)블루시스, (주)솔리데오시스 템즈		
5	강원도	블록체인 기반 강원도형 만성질환 통합 관리 플랫폼 구축	환자 개인의 혈당, 혈압 정보 등을 블록체인으로 관리·공유하여 AI 학습소를 거쳐 환자 맞춤형 셀프케어 서비스 제공
	아이콘루프, (주)유비플러스, 이드웨어		
6	경상남도	분산신원증명(DID) 기반 디지털 공공서비스 플랫폼 구축	DID 기반 도민증명서비스 플랫폼 구축을 통한 지역 공공서비스 이용 편의성 향상 및 사회적 비용 절감
	라온시큐어(주), (주)에드뱅크		
7	부산광역시	블록체인 기반 상수도 스마트 수질 관리 시스템 구축	IoT 센서를 설치하여 실제 가구로 인입되는 수도물의 수질 정보를 실시간으로 확인하여 정보 신뢰성 제고
	(주)인텔리코드, 아이에스테크놀로지, (주)코드박스		

	제안기관	사업명	사업 내용
	컨소시엄명		
8	세종특별 자치시	블록체인 기반 자율주행자동차 신뢰 플랫폼 구축	자율주행차의 보안/신뢰성 제고를 통해 인 명사고 방지 및 위변조 방지로 자율주행자 동차에 대한 대국민 안전성 인식 제고
	(주)LGCNS, (주)엔맨드솔루션, 라운화이트햇(주) , 라온시큐어(주)		
9	한국도로공사	블록체인 기반 상호신뢰 통행료 정산 플랫폼 구축	한국도로공사, 민자사 간 정확한 데이터 공 유를 통한 블록체인 기반 정산체계 도입으 로 시간과 비용의 단축 및 업무 효율성 증대 실현
	(주)핑거, 해나은행		
10	제주특별 자치도	블록체인 기반 전기차 배터리 Life Cycle 관리시스템 구축	운행 중인 전기차의 배터리 데이터 수집을 통해 사용 가이드라인 마련 및 중고 배터리 표준관리(표준안) 시스템 구축
	(주)LGCNS, (주)인포마인드, (주)대은, (주)민테크		
11	-	소상공인과 개인계약자를 위한 블록체인 기반 비대면 화상 및 음성 계약 지원체계 구축	신뢰성 있는 전자계약 시스템(DID, FIDO, P2P 등)을 통해 소상공인 및 개인간 거래시 계약서 없이 사업을 추진하는 경우 분쟁을 해소하고 블록체인 기반 계약 플랫폼 제공 하여 용이하고 사용성 높은 계약 제공
	(주)더존비즈온, (주)마크애니, 한국생산성본부		
12	-	블록체인 기반 개인 중심 모바일 의료전자문서 플랫폼 구축	블록체인 기반의 의료전자문서 플랫폼을 구축하여 모바일 전자문서 발급, 블록체인 기반의 원본 증명·열람확인, 모바일 결제 서 비스 등을 통한 국민 편의성 제고
	(주)메디블록 삼성서울병원, 서울대학교병원, 세브란스병원, 연세대학교		
13	-	블록체인 기반 스마트 디지털 화물 운송장 플랫폼 구축	운송 참여자를 블록체인 노드로 확보하여 신뢰성 있는 디지털 화물 운송의 투명성 확 보 및 물류체계의 정보화, 물류시장의 신뢰 성 및 효율성 기대
	네이버시스템(주) (주)LGCNS, (사)대한교통학회 , 화물복지재단		

자료: 박민하, 블록체인을 통한 공공·민간의 혁신과 산업 활성화 추진, 2020.5.7. 디지털사회기획과,
보도자료

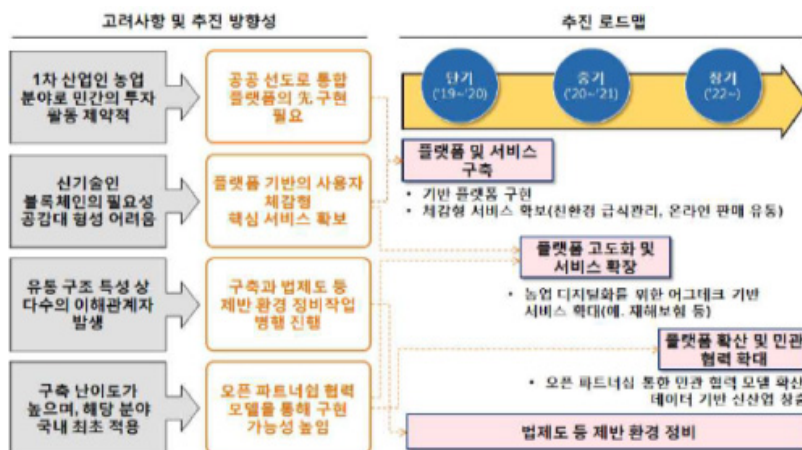
■ 블록체인 기반 노지작물 생산·유통·관리 플랫폼 구축

〈부록 표 2-3〉 블록체인 기반 노지작물 생산·유통·관리 플랫폼의 서비스 내용

사용자	서비스 내용
농가	생육정보 조회, 원산지 증명서 생성, 작물별 생육 데이터 조회 가능
	작물별 생산현황 조회, 작물별 가격정보 조회 가능
	공 작물생산유통관리시스템 설치 및 운영을 통해 재배 온습도 등 실시간으로 계측할 수 있어 공 작물 생산에 주력 가능
유통사	온습도, 이산화탄소량 등 실시간으로 자동 체크 가능
	GPS모듈을 활용해 소비자에게 배달되는 실시간 경로 추적가능(원산지 정보 및 유통이력 정보 조회 가능)
	온디맨드(On-Demand) 서비스 혜택 제공 가능
소비자	원산지 정보 및 유통이력 정보 조회 가능
	공 작물생산유통관리 앱(무료)을 통해 신선한 공 작물을 지정된 시간과 장소에서 수령 가능

자료: 농촌진흥청, 블록체인 기반 노지작물 생산·유통·관리 플랫폼 구축 시범사업 제안요청서, 2020.1.

〈부록 그림 2-4〉 블록체인 기반 공 작물 유통 플랫폼 추진 로드맵



자료: 농촌진흥청, 블록체인 기반 노지작물 생산·유통·관리 플랫폼 구축 시범사업 제안요청서, 2020.1.

- ▶ ‘블록체인 기반 노지작물 생산·유통·관리 플랫폼 구축’사업의 경우 농촌진흥청이 콩에 대한 생산부터 소비까지의 과정을 실시간 모니터링 체계를 구축해 콩에 대한 거래의 신뢰성을 제고하고자 제안했다.
- ▶ 이 사업을 통해 콩의 안정적이고 효율적인 조달과 유통이 가능해져 콩 작물 물가를 안정시킬 수 있으며, 데이터 위조 및 변조를 방지해 보안 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상된다. 그 뿐만 아니라 유통 단계별 이력 정보를 추적하는데 시간을 단축시킬 수 있기 때문에 실시간으로 필요한 정보를 공유할 수 있다는 효과를 기대할 수 있다. 주요 사용자는 농가, 일반 소비자, 공공기관 담당자이며, 향후 해외 유통 및 해외 거래처까지 서비스를 확장할 계획이다.¹¹¹⁾

111) 농촌진흥청, 블록체인 기반 노지작물 생산·유통·관리 플랫폼 구축 시범사업 제안요청서, 2020.1.

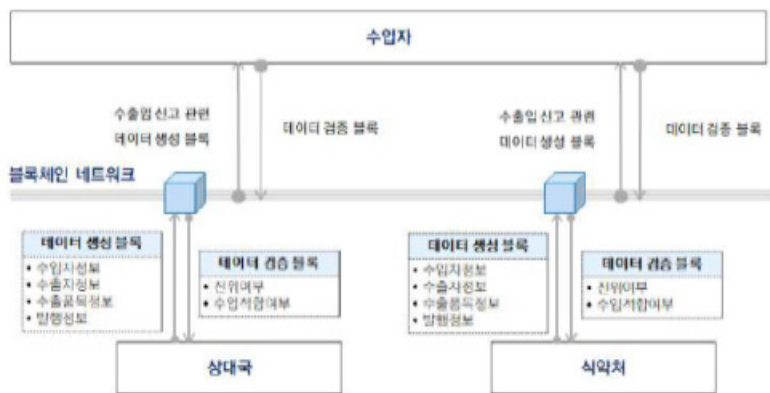
■ 블록체인 기반 식품안전 데이터플랫폼 구축 시범사업¹¹²⁾

〈부록 표 2-4〉 블록체인 기반 식품안전 데이터 플랫폼의 주요 서비스 내용

사용자	서비스 내용
식품의약품안전처	수출위생증명서 발급 및 블록 생성, 조회
	상대국 증명서 블록 검증, 조회
	수입식품 수입신고 검사 진행 관련 블록 생성
상대국 식품 수출입 검사 기관(베트남)	수출위생증명서 발급 및 블록 생성, 조회
	대한민국 증명서 블록 검증, 조회
식품위생검사기관	수출, 수입식품 검사 수행, 증명서 발급 및 블록 생성, 조회
수출자	수출위생증명서 발급 신청 및 블록 생성, 조회
수입자	상대국 증명서 블록 조회, 수입식품 수입신고 및 검사 진행 블록 생성
국내 HACCP 업체	제품 원료 구매를 위한 검사 진행 블록 조회

자료: 식품의약품안전처, 블록체인 기반의 식품안전 데이터 플랫폼 구축 시범사업 제안요청서, 2020.1.

〈부록 그림 2-5〉 블록체인으로 공유할 데이터 내용



자료: 농식품의약품안전처, 블록체인 기반의 식품안전 데이터플랫폼 구축 시범사업 제안요청서, 2020.1.

112) 식품의약품안전처, 블록체인 기반의 식품안전 데이터플랫폼 구축 시범사업 제안요청서, 2020.1.

- ▶ ‘블록체인 기반 식품안전 데이터플랫폼 구축’사업은 식품의약품 안전처가 제안한 사업이다. 수입식품이 증가하면서, 해외현지실사, 통관단계검사, 국내유통관리 등 수입식품의 모든 단계 안전관리를 아우르는 시스템을 구축했다. 다만, 시스템 구축 후에도 제출 증명서의 진위 여부, 데이터 위변조 가능성이 남아 있으며, HACCP업체 등 식품업체는 원료의 안정성을 확보하는데 어려움이 있다.
- ▶ 따라서, 블록체인 데이터 유통 플랫폼을 구축해 수입신고 관련 증빙데이터 발급 및 신청을 온라인으로 할 수 있고, 국내외 기관 및 기업, 개인이 쉽게 활용할 수 있도록 해 거래를 활성화 하자고 한다. 즉, 이 플랫폼 활용을 통해 수입식품에 대한 안전관리를 제고할 수 있고, 긴급 상황 발생 시 부적합 수입제품에 대한 신속한 사전 예방 조치를 취할 수 있다.
- ▶ 식품안전 데이터 플랫폼은 모든 거래 기록을 암호화해 블록체인에 저장하고, 스마트 계약(Smart Contract) 기능을 활용해 증빙서류 발급자가 신청인과 제출받을 기관 등에 조회·출력 권한을 부여할 수 있도록 설계되어 있다. 또한 국내외 모든 기관, 기업 및 개인이 참여 가능하도록 개방형으로 구현할 계획이지만, 참여자의 기밀사항과 자율권을 최대한 보장할 수 있도록 플랫폼 운영자는 개별 데이터에 대한 접근 권한을 가질 수 없도록 설정할 예정이다.

부록3. 해외 블록체인 기술의 식품콜드체인분야 적용사례

■ (중국) 블록체인 기반 돼지고기 이력추적시스템 구축

- ▶ 돼지고기는 중국의 소비량이 전세계 49%를 차지할 정도로 중국인들에게 중요한 식품이나 유통과정에서 문제가 많이 발생해 소비자의 신뢰도가 낮은 편이다. 따라서, 월마트는 IBM, 칭화대와 함께 식품 공급 품목을 공급자부터 매장까지 실시간으로 추적되는 공급체인 시스템을 개발했다.
- ▶ 이 시스템을 통해 중국산 돼지고기의 이력추적시간을 2초로 단축시킬 수 있었다. 또한 식품안전성에 문제가 발생했을 때 블록체인에 따라 빠르게 역추적함으로써 문제의 발생 원점을 신속하게 파악해 해결할 수 있게 되었다.
- ▶ 농장주인, 도축 및 가공업체, 물류창고, 유통업체, 월마트 및 규제 감동기관이 참여자가 되며, 이들 각각이 해당 정보를 블록체인에 저장한다. 즉, 돼지고기를 생산한 축산업자는 돼지에 사물인터넷 센서를 부착해 사육환경 및 방식을 블록체인에 저장하고, 가공업체는 도축 정보와 가공 정보를 입력하며, 운송과정에서는 온도, 습도 물리적 충격 등에 대한 정보를 블록체인에 저장한다. 도소매업체의 경우 포장지 센서에 판매 환경 정보를 입력해 소비자가 손쉽게 정보를 확인할 수 있도록 했다. 소비자들은 앱을 통해 블록체인 네트워크에 접속해 필요한 정보를 얻을 수 있다.¹¹³⁾

■ (중국) 징둥닷컴의 수입 식품 추적 시스템 구축

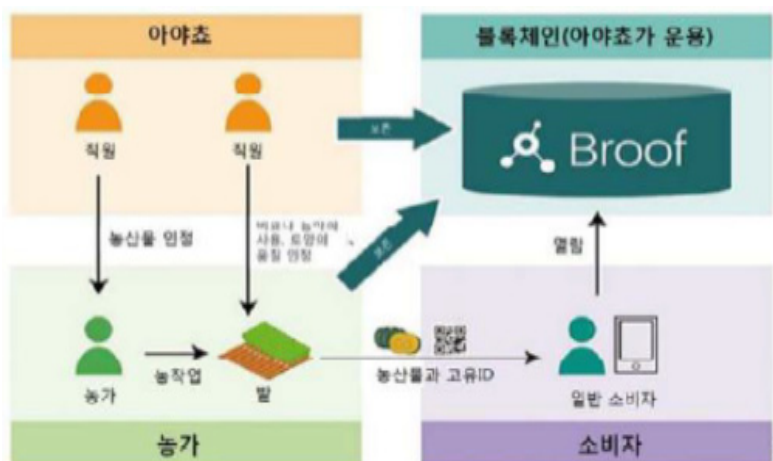
- ▶ 징둥닷컴은 전자상거래 플랫폼으로서 호주 육류 도매업체 InterAgri사(社)와 협력을 맺고 중국에 수입하는 해당 육류 제품의 전 과정을 추적할 수 있도록 했다.
- ▶ 또한 노르웨이와 공동으로 블록체인을 활용한 ‘징둥 추적’ 서비스를 2019년 시작했다. 소비자가 연어 상품의 포장에 있는 QR 코드를 스캔하면, 연어의 양식장, 포획, 포획, 초기 가공, 도달 항구, 정밀가공 전 과정 추적 정보를 확인할 수 있다.¹¹⁴⁾

113) 박세열, 블록체인이 산업 생태계를 혁신한다, 2018.06. 시선집중 GSnJ 제255호, p.7

114) China Blockchain Report 2019-2020, forkast.insights, 2019, p.6

■ (일본) 블록체인 기술 기반 유기 농산물 품질검증 플랫폼 구축¹¹⁵⁾

〈부록 그림 3-1〉 블록체인 기반 유기 농산물 품질 검증 시스템



자료: 김용렬, 농식품 분야 블록체인 기술 활용 현황 및 미래전망, 2019.4.30. '농식품 분야 블록체인 기술의 현재와 미래' 농림식품산업 미래성장포럼 발표자료.

- ▶ 덴쯔 국제정보서비스(ISID)와 미국 GE가 합작해 설립된 이노랩은 2016년 10월부터 일본 미야자키현 내 기초 지방자치단체인 아야초와 제휴하여 블록체인 기술을 활용한 유기 농산물 품질 검증을 시작했다.
- ▶ 생산업자는 생산이력, 토지이력, 생산장비, 비료, 포장지 등의 이력정보를 블록체인으로 저장하고, 이후 QR코드, NFC를 통해 이력 정보를 확인할 수 있도록 플랫폼을 구축했다. 이 뿐만 아니

115) 이정민, 김창호, 김용렬, 농식품 분야 블록체인 기술 활용 현황과 시사점, 2019.1.25., 농정포커스 제175호, p.13

라 유통업체는 IoT를 이용해 운송 차량 속도나 저장창고 압력, 문의 개폐 횟수 등을 측정 및 저장하고 포장지에 기입된 QR 코드 변경 등 인위적 변경을 초기에 차단할 수 있도록 했다.

- ▶ 생산업자 및 소비자가 활용하는 블록체인은 프라이빗으로, 유통업자가 활용하는 블록체인은 퍼블릭으로 구축해 각 기능에 맞는 블록체인을 적용했다.

■ (일본) 블록체인 기술을 활용한 지비에 개체관리 시스템 도입

- ▶ 일본 내에서 야생조수 고기류인 지비에¹¹⁶⁾의 유통은 안심·안전을 담보로 하는 유통망이 부재하여 국가에서도 공식적으로 육류로 인정하지 않고 있다. 또한, 야생조류를 사냥한 사냥꾼이 그것을 스스로 육류 가공처리를 하여 먹고 있어 안정성이 보장되지 않았다. 따라서, 일본지비에진흥협회(日本ジビエ振興協会)는 국산 지비에 고기의 유통 경로를 관리하기 위해 블록체인 기술을 이용한 지비에 개체관리 시스템의 도입을 결정했다.
- ▶ 동 유통시스템의 도입에는 구축비용, 러닝코스트, 보안 등이 필요한데, 블록체인 기술은 구축비용에 대한 가격이 일정하고, 위조·변조방지에 대해서도 신뢰성이 높은 이유로 인해 블록체인 기술이 채택되었다.
- ▶ 기술적 측면에서 핵심기술로서 mijin¹¹⁷⁾이 채택되었는데, mijin은 SaaS¹¹⁸⁾형의 시스템으로 인터넷을 통하여 서비스를 이용할 수 있어 지비에 개체관리 시스템의 독자적인 시스템을 개발할 필요가 없기 때문에 개발비용을 절약할 수 있었다. 지비에 개체관리 시스템 참여자는 모바일 단말기를 이용하여 사용자 정보, 육류 가공시설 직원 정보, 지비에 고기의 개체정보를 지비에 개체 관리 시스템에 등록하며, 해당 정보는 블록체인 데이터베이스에 저장된다. 또한 등록된 정보는 모바일 단말기를 이용하여 지비에 개체 관리 시스템을 통해 블록체인 데이터베이스에서 검색 할 수 있다.

▶ 동 식품이력추적 시스템은 개인형 블록체인 기술 (Private Blockchain)로 만들어진 것으로 데이터는 일반인에게 공개되지 않는다. 지비에 유통망의 이해관계자만 접근이 가능하다. 사냥꾼 및 육류 가공업자에 따른 지비에 고기에 대한 검사 및 가공 과정까지의 이력 데이터가 매번 블록체인에 기록된다.

- 예를 들어 사슴에 작업자가 수행한 작업 기록을 안전하게 저장되며, 데이터 조작을 할 시 조작한 기록이 남는 구조로 되어있다.

▶ 이처럼 생산자(가공자)와 소비자는 사슴 한 마리 개체별로 포획되어 가공되는 과정 및 유통 이력을 추적할 수 있기 때문에 지비에 고기가 오염된 경우 유통망의 어느 단계에서 오염되었는지를 즉시 알아볼 수 있는 부분이 동 시스템의 최대 장점이다.

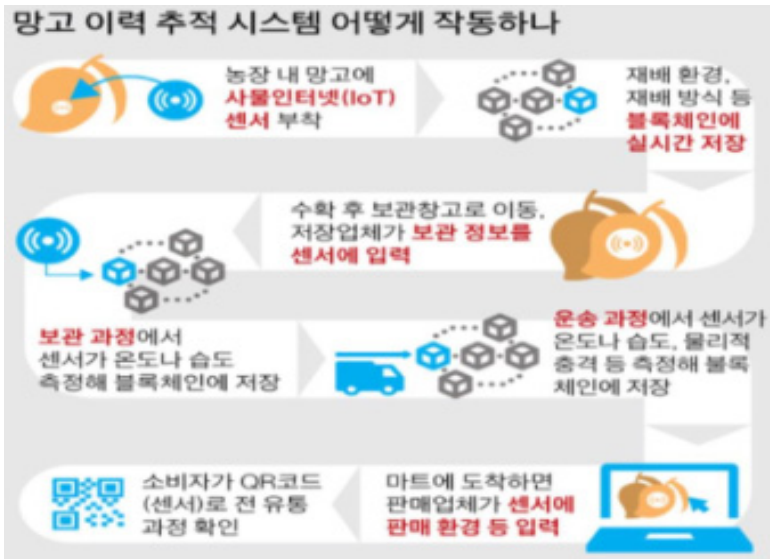
116) 지비에(ジビエ)란 사냥에서 얻은 천연의 야생조수의 고기를 뜻하는 프랑스어로유럽 귀족의 전통 요리로부터 발달해 온 식문화이다.

117) Tech Bureau Corp.이 개발한 프라이빗 블록체인 기술로 시스템 관리자가 인정한 유저만이 참여하는 블록체인 기술 형태이다.

118) Soft as a Service의 약자로 유저는 네트워크를 경유하여 소프트웨어를 사용한다.

■ (미국) 블록체인 기반의 Food Trust 플랫폼¹¹⁹⁾

〈부록 그림 3-2〉 블록체인 기반 망고(위) 및 베리(아래) 이력 추적 시스템



Blockchain traceability pilot

Alternative to PTI labeling requirement



자료: 쉐리, 블록체인은 비트코인에만 쓰이는 것이 아니다, USDA,
https://www.usda.gov/oce/forum/2019/speeches/Brendan_Solan.pdf

119) IBM, <https://www.ibm.com/kr-ko/blockchain/solutions/food-trust>

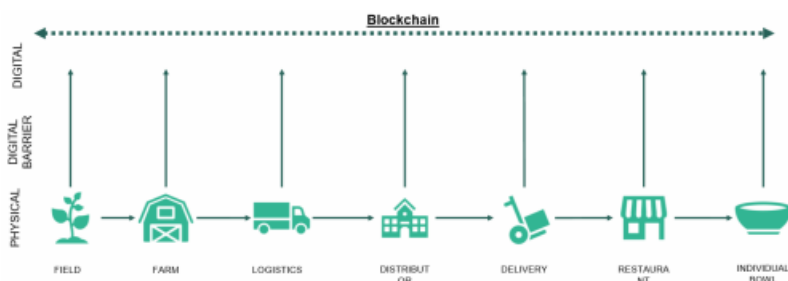
- ▶ IBM은 식품 안전강화를 위해「블록체인 기반의 Food Trust 플랫폼」을 구축했다. IBM은 월마트(Walmart), 크로거(Kroger), 드리스콜(Driscoll's), 돌(Dole), 골든 스테이트 푸드(Golden State Foods), 맥코믹(McCormick), 맥레인(McLane), 네슬레(Nestle), 타이슨 푸드(Tyson Foods), 유니레버(Unilever) 등¹²⁰⁾을 플랫폼에 참여시켜 각종 식재료의 원산지 증명, 배송 이력 트래킹 등 생산부터 유통까지 경로추적이 가능도록 했다.
- ▶ 특히 월마트는 채소 생산자들에게 2019년 9월까지 의무적으로 블록체인을 사용해 납품해야한다는 공지를 발표하며, 블록체인 네트워크에 참여하게 했다. 이 네트워크를 통해 채소를 생산 농가까지 추적가능할 수 있게 되었다. 그 뿐만 아니라 IoT, 빅데이터, 자동화 등 여러 가지 기술을 결합해 식품 재고를 실시간으로 확인이 가능하도록 하거나, 공급을 안정화시키고, 향상된 식품의 질을 보장하고자 했다.
- ▶ IBM사는 망고뿐만 아니라 체리 또한 적용했다. 드리스콜스(Driscoll's)사는 미국 캘리포니아에 농장이 위치한 다양한 베리류를 생산하는 세계적인 농장업체이다. 드리스콜스사는 IBM과 협력해 생산에서 판매까지 추적이 가능한 라벨링 개발을 통해납품되는 과일의 수확일, 제품 정보 및 배송 정보를 소비자가 손쉽게 알 수 있도록 시스템을 구축했다. 또한 특정 베리의 유기농 여부와 공정거래 여부까지 확인할 수 있도록 했다.¹²¹⁾

120) KATI, https://m.kati.net/board/exportNewsView.do?board_seq=87163&menu_dept2=35&menu_dept3=71

121) 블록체인을 활용한 미국 식품업계, Global Report, 2019.04.,vol.84, p.31

■ (미국) 스위트그린(Sweetgreen)의 신선 채소 이력추적시스템 구축

〈부록 그림 3-3〉 블록체인 기반 신선 채소 이력 추적 시스템



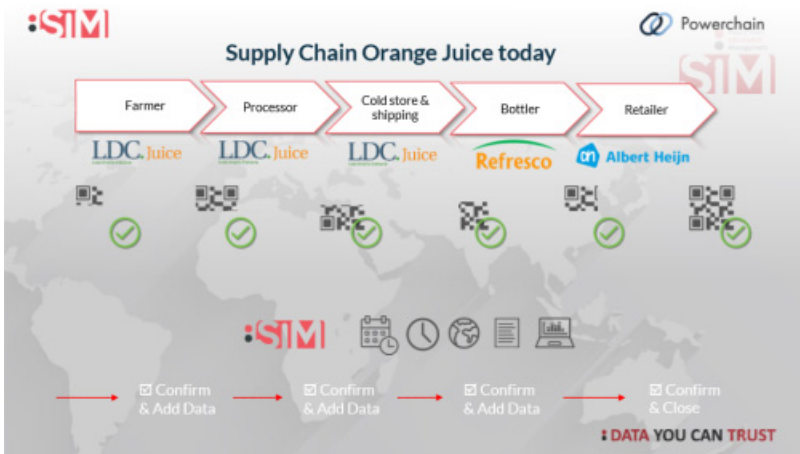
자료: USDA, https://www.usda.gov/oce/forum/2019/speeches/Robin_Kalsbeek.pdf

- ▶ 스위트 그린은 신선한 채소를 소비자들의 취향대로 섞어 먹을 수 있도록 제공하는 샐러드 전문 패스트푸드 전문점이다.
- ▶ 스위트 그린사는 식품의 투명성을 위해 수요예측 및 작물계획(채소 DNA 활용), 재고관리 및 비용 관리를 하고 있다. 블록체인 기술을 통해 운송트럭의 GPS 및 온도계, ERP 시스템, 냉장 시스템 등으로 식재료에 대한 신뢰도를 제고시켰다.¹²²⁾ 특히, 소비자가 모바일로 식재료에 대한 모든 이력 정보를 확인할 수 있도록 블록체인 기술을 활용한 시스템을 구축했다.

122) aT, 미국 4차산업 혁명에 따른 농업 제조공정의 변화 및 사례, 2019년 해외 이슈조사 보고서, p.37

■ (네덜란드) 오렌지주스 이력추적 시스템

〈부록 그림 3-4〉 블록체인 기반 오렌지 주스 이력 추적 시스템



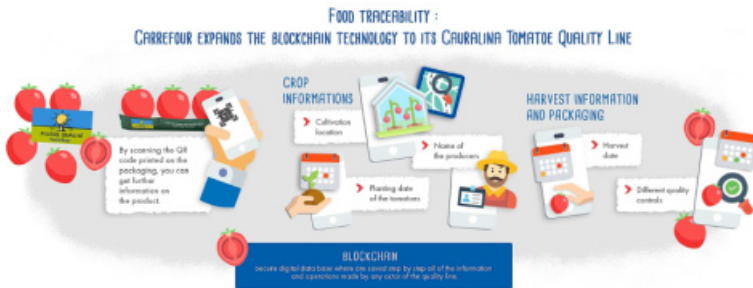
자료: SIM, https://iprhelphdesk.eu/sites/default/files/events/03_MULDER_Powerchain.pdf

- ▶ 네덜란드 시장점유율 1위 유통업체인 알버트 하인(Albert Heijn)사가 음료제조업체인 레프레스코(Refresco)와 협력해 오렌지 주스의 이력을 추적할 수 있는 시스템을 구축했다. SIM(Supply Chain Information Management)사가 개발한 블록체인 기술인 SIM Powerchain을 기반으로 한 이 시스템을 통해 소비자는 식품의 원산지, 농장명, 수확시기, 당도 및 제조, 유통과정을 확인할 수 있다.¹²³⁾ 즉, 소비자는 QR코드를 통해 오렌지 주스가 브라질에서 네덜란드로 수입되기까지의 모든 정보를 확인할 수 있다.

123) KATI, 네덜란드, 블록체인 기술을 활용한 '유통과정 투명화' 전략, 2018.9.27

■ (프랑스) 카르푸 퀄리티 라인 시스템 구축 사업¹²⁴⁾

〈부록 그림 3-5〉 블록체인 기반 토마토 이력 추적 시스템



자료: Carrefour, <https://www.carrefour.com/en/newsroom/carrefour-continues-rolling-out-blockchain-technology-carrefour-quality-line-tomato>

- ▶ 2018년 3월 유럽에서는 처음으로 방사사육 닭고기에 대한 공급을 추적할 수 있는 ‘까르푸 퀄리티 라인(CQL, Carrefour Quality Line)’ 시스템을 프랑스 글로벌 대형마트인 까르푸(Carrefour)가 구축했으며, 2019년에는 오렌지, 돼지고기, 토마토, 연어 등을 포함한 20개 제품으로 대상을 확대했다.
- ▶ 까르푸는 IBM과의 협력 하에 CQL을 구축하고 있으며, 이 시스템을 통해 생산, 가공, 유통 단계별 날짜, 장소, 유통 채널에 대한 정확한 정보를 전달한다. 즉, 소비자는 QR코드를 스캔해 수확날짜, 재배장소, 농장주, 재배방법, 재배 시 사용약품, 배송시간 및 경로 등과 같은 상세한 정보를 얻을 수 있다.
- ▶ 까르푸는 2022년까지 100개 품목에 대한 블록체인 기술에 기반한 식품이력추적제를 확대 도입하는 것을 목표로 한다.

124) Carrefour, <https://www.carrefour.com/en/group/food-transition/food-blockchain>

기본연구보고서 발간목록

2020년

01	해양수산업의 지역 간 연관구조 분석	장정인
02	해양수산 분야 기술 대외의존도 분석연구 - 스마트항만을 중심으로 -	전형모
03	지역 해양수산 오픈 플랫폼 구축방안 연구	최지연
04	갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구	육근형
05	해양환경정책의 능동적 추진을 위한 자원체계 개선 방안 연구	박수진
06	항만 대기환경 관리 표준 및 평가모형 연구	안용성
07	해양수산분야 사회문제해결형 R&D 기반 구축 연구	좌미라
08	해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안	이윤정
09	수산물 품질·안전관리 제도 개선방안 연구	이현동
10	국제법 변화에 대응한 어선원 안전 및 권리 제고방안 연구	한덕훈
11	스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구	이상철
12	해양포유류 보호에 관한 수산업 대응 방안 연구	정명화
13	수산물 수급통계 개선 방안 연구	김수현
14	IMO 온실가스 규제 대응 정책방향 연구	박한선
15	퇴직전문가 활용을 통한 해운업 경쟁력 강화방안 연구	안영균
16	글로벌 선사들의 물류통합화 전략에 대한 국적선사의 대응방안	전형진
17	내항여객운송항로 정책 발전방안 연구	김태일
18	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구	조지성
19	항만자동화 도입 관련 노무 갈등 해소 방안 연구	김찬호
20	스마트항만과 스마트도시 연계 발전 방안 연구	이연경
21	항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구	김성기
22	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 -新해사산업의경제적파급효과분석연구(4차년도)-	박한선
23	국내 항만연계 산업의 가치사슬 및 공급사슬 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로	신수용

2019년

01	한반도 평화 체제 수립 대비 접경수역 연구	최지현
02	수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(2차년도)	이현동
03	4차 산업혁명 시대의 스마트 어촌 구축방안 연구	박상우
04	해양수산분야 예견적 위험분석 기반구축 연구	최석우
05	재해대응 및 환경보전을 위한 연안토지 매수 이행방안 연구	윤성순
06	선박 대기오염물질 배출저감 기술의 평가·인증체계 구축 및 활용방안 연구	안용성
07	해양레저관광서비스 산업 육성방안 연구	최일선
08	주요국의 나고야의정서 이행체계 강화에 대응한 해양유전자원정책 개선 연구	박수진
09	하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구	장원근
10	총허용어획량(TAC) 기반 수산자원관리 강화 방안 연구	이정삼
11	우리나라 수산업·어촌의 공익적 기능에 관한 연구	류정곤
12	우리나라 원양산업의 사회적 책임 실천 강화를 위한 정책연구	정명화
13	수산업 노동시장 구조 분석과 노동정책 변화에 따른 대응 연구	한광석
14	우리나라 정기선 해운정책 개선 방안 연구	김태일
15	국내외 해운금융 비교를 통한 국내 해운금융 역량강화 방안 연구	전형진
16	해상 사이버 보안체계 강화방안 연구	박한선
17	해운 기업 비즈니스 모델과 경쟁우위 분석 연구	윤희성
18	국내 항만산업이 지역경제에 미치는 영향 분석	하태영
19	동북아 공동배출규제해역 지정 필요성 및 추진방안 연구	이기열
20	수출기업의 글로벌 공급사슬협력 수준 분석과 물류정책 방안 연구 - 화주~물류기업 협력을 중심으로 -	김은수
21	신선식품 수출입 증대를 위한 우리나라 항만물류 개선 방안	신수용
22	환동해권 물류 및 지역개발 비즈니스 모델 제안과 협력방안	박한선
23	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 우리나라 新해사산업의 경쟁력 분석에 관한 연구 -	최나영환

수시연구보고서 발간목록

2020년

01	포스트 코로나 19 해양수산 분야 정책방안	박광서
02	생분해성 어구 사용 활성화 방안 연구	심성현
03	해양법 전문인력 양성 방안 연구	박영길
04	무인도서 해양주권 강화와 이용 활성화를 위한 제도 개선방안	정지호
05	지역 해양수산 재정분권 대응방향	황재희
06	데이터 3법 개정에 따른 항만·물류 데이터 활용도 제고 방안	이기열
07	양식 활어 유통 효율화 방안 연구	마창모
08	해양레저관광사업 추진을 위한 제도정비 방안	홍장원
09	해양바이오기업의 규제 정비 방안 연구	최석문
10	비상체제 시 선원의 안전을 위한 선박-항만-항공 이동경로 구축방안	이혜진

2019년

01	일본의 수산물 수입 구조 분석과 對일본 수출 전략 연구	임경희
02	선박부착생물에 대한 선제적 대응을 위한 정책방향 연구	박수진
03	수산물 위생안전을 위한 저온유통체계 구축방안 연구	장홍석
04	전국 사업체조사 마이크로데이터를 활용한 어촌지역 고용통계 (2016, 2017)	한광석

일반연구보고서 발간목록

2020년

01	지역 해양관광 경쟁력 지수 체계화 연구	최일선
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구	강무홍
03	김 중기 수급전망모형 「Gim-MFoS」 구축 연구	허수진

04	중앙 북극 공해 비규제어업방지협정 이행방안 연구	김민수
05	동해 평화관광구역 조성 방안 연구	윤인주
06	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(II) - 일반 수출입 컨테이너 정보교환방식 중심 -	이연경
07	스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선 기업의 안정성 분석	박성화
08	인공지능기반 해상운임예측 연구	황수진
09	국제물류주산업 실태분석 및 경쟁력 제고 방향 연구	최나영환
10	디지털화에 따른 개별 직업의 대체 가능성 추정 연구	박희대
11	시계열 분석을 통한 해운시장 분석 및 예측 연구	고병욱
12	해양수산업자 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구	임병호
13	해운항만물류 인력양성사업 관리운영 제도 개선 방안 연구	이자연

2019년

01	양식수산물의 경영비 조사체계 구축에 관한 연구	백은영
02	딥러닝 기반의 건화물선 시황예측 연구	윤희성
03	해운-조선산업 관계분석 연구 - 컨테이너 신조발주량 예측 -	최건우
04	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(I) - 디지털 공급사슬 생태계 정보통합지도 구축 중심 -	최상희
05	시민 건강증진을 위한 해안관리 방향	정지호
06	우리나라 주요 국제여객항 운영체계 개선방안 연구 : 운영, 시설, 제도를 중심으로	이경한
07	북한 서해 해양관광 활성화 방안	윤인주
08	EU의 수산물 소비 특성 및 수출 전략(프랑스, 스페인을 중심으로)	김지연
09	해양수산 위성계정 기초연구(I)	장정인
10	우리나라 해운·물류기업의 중국 자유무역시범구 활용방안 연구	김형근
11	지역 해양수산 혁신성장체계 구축 연구	최지연
12	도미니카공화국 뱀장어 양식사업 타당성 조사	마창모
13	강원도 어촌 신활력 제고방안(2차년도) - 어촌 활성화 거버넌스 구축과 신활력 사업구상 -	박상우

기본연구 2020-18

블록체인 기술기반 식품콜드체인 구축 연구

2020년 12월 29일 인쇄

2020년 12월 31일 발행

발 행 인 | 장 영 태

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 캡스앤디 컴퍼니 (051-860-9890)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 02-394-0337

정가 15,000원