

히트펌프식 김건조기(R-134a)보급 효과 조사분석

양성준, 김배성
제주대학교 산업응용경제학과
e-mail:jejuysj96@naver.com

An Study on the Supply Effect of Heat Pump Type Laver Dryer(R-134a)

Seong-Jun Yang, Bae-Sung Kim
Dept. of Applied Economics, Jeju National University

요약

김은 우리나라 대표 해조류로써, 2022년 기준 수출액 6억 5천만불을 기록하는 등 농수산 부문 핵심 수출 품목으로 자리매김하고 있다. 한편, 김 산업 구조는 물김 생산, 1차 가공(마른김), 2차 가공(조미김)으로 구분되는데, 이 중 생산과 가공, 수출의 가교로써의 기능을 한다는 점에서 마른김 가공 산업은 김 산업의 핵심부문이다. 김 가공(건조)방식은 보일러/열풍기, 전기히터, 히트펌프(R-22, R-134a) 총 4세대로 분류될 수 있는데, 정부부처에서는 수산가공부문의 경영비를 절감하고 경쟁력을 강화하기 위하여 지난 2020년부터 히트펌프식(R-134a 냉매) 김 건조기 보급 사업을 시행하고 있으며, 전기료 절감 등 소득증대에 이바지하였을 뿐만 아니라 온실가스도 감축되는 성과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 현재 김 가공업체 중 일부만 사업에 참여하고 있고, 저효율·다소비 에너지구조가 지속되고 있는 실정으로, 이에 본 연구에서는 설문조사를 통해 마른김 가공업체의 현황을 파악하고, 보급사업 참여업체와 미참여업체를 구분하여 향후 사업 확대의향 및 신규 참여의향에 영향을 미치는 개인적 특성을 파악하기 위해 로지스틱 회귀모형을 활용하여 실증분석을 실시하였으며, 향후 보급사업 확대 및 사업수요 예측 등 정책방향설정에 기초자료로써 활용될 것으로 기대된다.

1. 서론

국내 대표 해조류인 김 생산현황을 살펴보면 2022년 기준 생산량 550천 톤, 생산액 4,695억 원으로, 해조류 양식업 중 생산량은 미역, 다시마에 이어 3위이나 생산액으로는 1위를 기록하고 있다. 또한 김 양식어가는 1,766가구로, 전체 해조류 양식어가 중 13.8%의 비중을 차지하고 있으며, 이는 김 산업이 양식어업에서 중요성이 높은 산업임을 시사한다.

한편, 김은 ‘김은 반도체’라고 불릴 정도로 우리나라 농식품 수출의 핵심 품목으로서의 역할을 하고 있다. 김 수출액은 2010년 1억불을 달성한 이래 꾸준한 증가세를 보여 2015년과 2017년 각각 3억불, 5억불을 돌파하였으며, 2022년에는 6억 5천만불을 기록하는 등 고공행진을 이어가고 있다. 또한 김은 식이섬유나 미네랄 등 각종 영양소가 풍부한 블랙 푸드로 인기를 얻고 있으며, 최근에는 식품 한류인 K-푸드의 영향으로 전 세계로 시장 규모가 확대되고 있다.

김 산업 구조는 크게 물김(원초김) 생산, 1차 가공(마른김), 2차 가공(조미김)으로 구분되는데, 이 중 김 산업의 중추적인

역할을 담당하는 것이 바로 마른김 산업이다. 이는 수확 이후 빠른 속도로 신선도가 저하되는 김의 특성상 상품으로 판매되기 위해 가공 과정을 필수적으로 거쳐야 하며, 마른김 자체로도 소비되기도 하나, 조미김, 김자반 등 2차 가공의 원료로 활용되기 때문이다. 즉, 마른김 산업은 생산과 가공, 수출의 가교로서의 기능을 하며, 김 산업의 지속가능성을 위해 핵심부문이라고 할 수 있다.

마른김 가공은 산업 초기에는 가내수공업 형태로 이루어졌으나 1978년 일본식 자동건조기가 도입되었으며, 이후 생산-가공 산업적 분화 및 대량생산체제가 확립되었다. 한편, 김 건조방식은 총 4세대로 구분할 수 있는데, 1세대와 2세대는 각각 석유를 연료로 하는 보일러/열풍기와 전기를 에너지원으로 하는 전기히터를 활용하는 방식이다. 이러한 방식은 전통적으로 많이 활용되어왔으나, 온실가스를 발생시키고, 유가 및 전기료 인상 시 과도한 에너지비용 상승으로 인해 경영 악화를 초래할 우려가 있다. 한편, 3세대(R-22 냉매사용)와 4세대(R-134a 냉매사용)는 히트펌프 유닛 시스템을 활용하는 방식으로, 이는 저온 열원으로부터 열을 흡수하여 고온 열원으로 열을 이동시켜 냉난방 목적을 수행하는 방식을 말한다. 증발기를 통과하여 수분을 회수함으로써 건조한 공기를 만들어

내는 히트펌프 방식은 먼지나 오염물 등 외부 환경에 의한 영향이 적을 뿐만 아니라 에너지 효율이 높다는 장점이 있다.

정부부처 또한 수산가공부문의 경영비를 절감하고 경쟁력을 강화시키기 위하여 친환경·신재생 에너지 및 고효율에너지 이용기술을 활용한 에너지절감시설의 보급 사업을 계획 및 시행하고 있는데, 대표적으로 해양수산부의 ‘친환경에너지 보급사업’을 들 수 있다. 이는 에너지 절감시설을 양식어가에 보급하여 경영비 중 상당부분을 차지하는 가열비·난방비 절감을 통해 경영안정을 도모하고 경쟁력을 강화하는 데 목적이 있으며, 현행 보조금 분담률 80%(국고 60%, 지방비 20%), 자부담률 20% 형태로 운영되고 있다.

한편, 2020년부터 해양수산 2050 탄소중립 로드맵의 일환으로 히트펌프 시설 보급 사업이 수산가공분야로 확대되었으며, 신규 시행 대상품목으로 마른김이 선정, 2020~2022년까지 3년간 24개의 업체가 참여하였다. 총 164대의 히트펌프식 김 건조기가 보급되었으며, 한국전력 에너지 진단결과에 따르면 24개 업체 평균 50.8%의 전기요금 절감되어 김 가공 경영체 소득증대에 이바지하였을 뿐만 아니라 에너지 이용감소에 따라 연간 15,500tCO₂eq가량의 온실가스배출이 감축된 것으로 나타났다.

그러나 기술적·환경적·경제적으로 사업성과가 높게 나타났음에도 불구하고 현재 김 가공업체 중 일부만이 사업에 참여하고 있으며, 여전히 시설투자 부담 및 생산방식 관행성 등으로 저효율·다소비 에너지 구조가 지속되고 있는 실정으로 마른김 가공업체에 대한 현황조사와 보급사업 확대 방안 마련이 필요하다고 판단된다. 이에 본 연구는 설문조사를 통해 마른김 가공업체 현황 및 만족도를 파악하고, 히트펌프(R-134a) 김 건조기보급 업체와 일반 업체를 구분하여 보급사업확대 의향과 신규 참여의향에 영향을 미치는 개인적 특성을 파악하여 향후 사업 확대 및 수요예측을 위한 정책방향 설정에 기초자료를 제공하는 데 목적이 있다.

2. 마른김 가공업체 현황조사

2.1 설문조사 개요

마른김 가공업체 현황조사에 대한 개요는 다음 <표 1>에 제시하였다. 먼저, 조사대상으로는 (사)한국마른김생산자연협회에 회원으로 등록되어 있는 마른김 가공업체(2019년 기준 382개소)이며, 2023년 9월부터 11월까지 약 2달여간 우편 및 전화조사를 진행하였다. 사업장 지역, 경영주 연령 및 종사 경력, 현행 건조방식, 연매출액, 설비운전, 월 마른김 생산량, 근로자 관련 사항 등은 공통적으로 설문하였으며, 일반 업체, 즉 R-134a 보급사업 미참여 업체들을 대상으로는 보급사업

인지여부, 참여 의향과 참여 연도, 희망대수 및 용량 등을 중점으로 설문하였고, 보급사업 참여업체를 대상으로는 사업 이전 건조방식, 향후 시설 확대의향, 사업 관련 애로 및 개선 사항, 전반적인 만족도 등을 설문하였다.

[표 1] 설문조사 개요

구분	일반 업체	보급 업체
조사 대상	(사)한국마른김생산자연협회 회원 등록 마른김 가공업체	
조사 방법	우편·전화조사	
조사 기간	2023.9.~2023.11.	
조사 내용	(공통) 사업장지역, 경영주 연령·종사 경력, 건조방식, 설비운전, 연매출액, 월 생산량, 근로자 관련 사항 등	
	R-134a 보급사업 인지여부, 참여의향·연도, 희망대수·용량 등	보급사업 이전 건조방식, 시설 확대의향, 사업 애로 및 개선사항, 만족도 등

2.2 설문조사 결과

2.2.1 공통설문 사항

마른김 가공업체 현황 설문조사의 총 획득 표본 수는 117개소(일반 업체 97개소, 보급 업체 20개소)로, 설문조사의 주요 내용을 요약 정리하자면 다음과 같다. 먼저, 사업장 지역은 <표 2>에 제시된 바와 같이 일반 업체는 충남 서천이 25개소(25.8%)로 가장 많았으며, 전남 해남 22개소, 전남 고흥 19개소, 기타 지역 19개소, 전남 완도 12개소 순으로 나타났다. 보급 업체 역시 충남 서천이 10개소(50%)로 가장 많았고, 전남 고흥 5개소, 전남 해남 및 완도 각각 2개소, 기타지역 1개소 순으로 나타났다.

[표 2] 사업장 지역

지역	일반 업체	보급 업체
N(%)	97(100)	20(100)
충남 서천	25(25.8)	10(50.0)
전남 해남	22(22.7)	2(10.0)
전남 고흥	19(19.6)	5(25.0)
전남 완도	12(12.4)	2(10.0)
기타	19(19.6)	1(5.0)

경영주의 평균 연령은 일반 업체 61.4세, 보급 업체 60.7세로 나타났으며, <표 3>와 같이 일반 업체의 경우 60대 28명(28.9%), 70대 27명(27.8%), 50대 21명(21.6%), 40대 이하 14명(14.4%) 순으로 나타났다. 보급 업체의 경우 70대가 6명(30%)으로 가장 많았으며, 40대 이하와 50대, 60대가 각각 4명(20%)로 나타났다.

[표 3] 경영주 연령

연령	일반 업체	보급 업체
N(%)	97(100)	20(100)
40대 이하	14(14.4)	4(20.0)
50대	21(21.6)	4(20.0)
60대	28(28.9)	4(20.0)
70대	27(27.8)	6(30.0)
무응답	7(7.2)	2(10.0)

<표 4>는 종사 경력을 나타낸 것으로, 일반 업체 평균 경력은 27.7년, 보급 업체는 25.0년으로 나타났다. 일반 업체 경력의 경우 30년 이상이 58명(59.8%)로 절반 이상 차지하였으며, 15년 이상 30년 미만 30명(26.8%), 15년 미만 9명(9.3%) 순으로 나타났다. 보급 업체 또한 30년 이상이 10명(50%)로 가장 많았고, 15년 미만과 15년 이상 30년 미만이 각각 4명(20%) 순으로 나타났다.

[표 4] 종사 경력

경력	일반 업체	보급 업체
N(%)	97(100)	20(100)
15년 미만	9(9.3)	4(20.0)
15년 이상 30년 미만	30(26.8)	4(20.0)
30년 이상	58(59.8)	10(50.0)
무응답	0(0.0)	2(10.0)

연매출액은 <표 5>에 제시되어 있으며, 일반 업체 평균 연매출액은 34.0억원, 보급업체는 27.6억원으로 나타났다. 일반 업체는 20억원 미만이 35명(36.1%)로 가장 많았고, 20억원 이상 30억원 미만이 27명(27.8%), 50억원 이상이 16명(16.5%) 순 등으로 나타났다. 반면, 보급 업체의 경우 20억원 이상 30억원 미만 7명(35%), 20억원 미만 및 40억원 이상 50억원 미만이 각 4명(20%), 30억원 이상 40억원 미만이 3명(15%), 50억원 이상이 1명(5%) 순이었다.

[표 5] 연매출액

연매출액	일반 업체	보급 업체
N(%)	97(100)	20(100)
20억원 미만	35(36.1)	4(20.0)
20억원 이상 30억원미만	27(27.8)	7(35.0)
30억원 이상 40억원 미만	8(8.2)	3(15.0)
40억원 이상 50억원 미만	7(7.2)	4(20.0)
50억원 이상	16(16.5)	1(5.0)
무응답	4(4.1)	1(5.0)

2.2.2 업체별 설문 사항

다음은 업체별로 구분하여 설문한 사항 중 주요 내용을 정

리한 것이다. 먼저, <표 6>에 제시된 바와 같이 일반 업체를 대상으로 현재 건조방식, 즉 보유하고 있는 건조기 종류에 대해 설문한 결과 히트펌프(R-22 냉매)가 54명(55.7%) 전기히터 41명(42.3%), 보일러 2명(2.1%) 순으로 나타나 대부분 업체가 히트펌프와 전기히터를 활용하는 것으로 나타났다.

[표 6] 건조방식(일반 업체)

건조방식	빈도(N)	비율(%)
보일러	2	2.1
전기히터	41	42.3
히트펌프 (R-22)	54	55.7
전체	97	100

한편, 히트펌프 R-134a 보급 사업을 인지 여부에 대한 조사에서는 <표 7>에 정리된 것처럼 알고 있다 71명, 모른다 26명으로 73.2%가 보급 사업을 인지하고 있는 것으로 나타났으며, 향후 보급사업에 참여할 의향이 있는지에 대해서는 있다 66명, 없다 31명으로 68% 가량이 참여 의향이 있는 것으로 나타났다.

[표 7] R-134a 보급사업 인지여부 및 참여의향(일반 업체)

구분	항목별 분포	
	알고 있다	모른다
인지 여부 (%)	71(73.2)	26(26.8)
참여 의향 (%)	66(68.0)	31(32.0)

다음으로 히트펌프 R-134a 보급 업체를 대상으로 보급 사업 참여 이후 개선효과 및 만족도(5점 척도 기준)에 대해 설문한 결과, <표 8>에 제시된 것처럼 모든 업체가 보통(3점) 이상으로 응답하였으며, 전체 평균 3.84점(SD=0.54)으로 전반적으로 만족도가 높은 것으로 나타났다. 항목별로 살펴보면 경영비 절감이 4.20점(SD=0.61)으로 가장 높고, 소득 향상 3.95점(SD=0.75), 품질 향상 3.80점(SD=0.76), 고객 반응 3.70점(SD=0.73), 판매가격 3.30점(SD=0.57) 순으로 나타났다.

[표 8] 보급 사업 만족도(보급 업체)

구분	항목별 분포			
	최소값	최대값	평균	표준편차
소득 향상	3.00	5.00	3.95	0.75
경영비 절감	3.00	5.00	4.20	0.61
품질 향상	3.00	5.00	3.80	0.76
고객 반응	3.00	5.00	3.70	0.73
판매가격	3.00	5.00	3.30	0.57
종합	3.00	5.00	3.84	0.54

향후, 건조시설 확대 의향, 즉 사업에 추가적으로 참여할 의향이 있는지에 대한 설문결과는 <표 9>에 제시되어있으며, 있다 8명(40%), 없다 12명(60%)으로, 절반 이상이 확대 의향

이 없는 것으로 나타났다. 이는 외부적으로는 물김(원초김) 생산이 감소하고 있는 추세이고, 내부적으로는 자금문제 및 용량문제에 기인한 것으로 판단된다.

[표 9] 건조시설 확대 의향(보급 업체)

구 분	항목별 분포	
	있다	없다
확대 의향 (%)	8(40.0)	12(60.0)

3. 신규 참여 및 사업 확대의향 실증분석

앞서 조사된 설문결과를 바탕으로 일반 업체를 대상으로는 신규 사업 참여 의향, 보급 업체를 대상으로는 사업 확대의향에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위한 실증분석을 시행하였다. 분석에는 종속변수인 사업 참여의향 및 확대의향이 여부로 이루어진 범주형 변수임을 고려하여 종속변수가 이분형인 경우 독립변수와 종속변수와의 관계를 파악하는 데 주로 활용되는 기법인 로지스틱 회귀모형(Logistic Regression Model)을 활용하였다.

로지스틱 회귀모형은 일반선형회귀모형과 달리 종속변수가 0과 1로 이루어짐에 따라 종속변수 y의 결과 범위는 0과 1사이 확률로 나타나며, 조건부 확률분포가 아닌 이항 분포를 따르기 때문에 S자 형태를 나타낸다. 한편, 오차항의 동분산 가정이 성립하지 않는 관계로 로지스틱 분포($F(x)=1/1+\exp(-\pi x/\sqrt{3})$)를 따른다고 가정하고 모형을 설정한다. 또한 일반선형회귀모형에서의 최소제곱추정법(OLS)을 활용하여 추정할 경우 바람직한 통계 특성치를 가진 추정치를 얻을 수 없기 때문에 일반적으로 최대우도추정(MLE, maximum likelihood estimation)을 활용하여 추정하였다.

한편, 로지스틱 회귀분석의 경우 독립변수의 영향력을 계수 값으로 직접 추정할 수 없고, 계수 값의 방향과 크기, 통계적 유의성 측면에서만 해석할 수 있으며, 일반적으로 승산비(Odd ratio)를 활용한다. 승산(Odds)이란 어떤 사건이 발생할 확률을 발생하지 않을 확률로 나눈 것으로, 승산비는 투입변수가 1단위 증가할 때 늘어나는 승산의 비율을 의미한다. 즉, 로지스틱 회귀분석에서는 승산비를 통해 독립변수가 한 단위 증가(감소)할 때의 종속변수의 변화를 파악한다.

일반 업체의 신규 참여 의향 여부에 영향을 미치는 독립변인으로는 경영주 연령(세), 경력(년), 월 생산량(만속), 히트펌프 R-22 건조기 보유여부(보유 1, 미보유 0), R-134a 보급사업 인지여부(인지 1, 미인지 0)를 선정하였으며, 보급 사업이 가장 활발하게 시행되고 있는 충남 서천 지역 더미변수(서천 1, 나머지 지역 0) 또한 고려하였다. 한편, 보급 업체의 사업 확대 의향 여부에 영향을 미치는 독립변인으로는 경영주 연

령(세)과 경력(년), 월 생산량(만속), 연매출액(억원), 충남 서천 지역 더미변수를 선정하여 분석하였다.

4. 요약 및 결론

로지스틱 회귀모형을 활용한 분석결과, 승산비 기준 전반적으로 독립변수가 1단위 증가할 때 종속변수인 참여/사업확대에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 특히 일반 업체를 대상으로 한 분석에서 서천지역인 경우와 보급사업에 대해 인지하는 경우 그렇지 않은 경우 보다 각각 1.61배, 1.43배 높은 것으로 나타났다. 한편, 보급 업체 대상 분석에서는 승산비 기준 서천지역인 경우에 타 지역 대비 사업확대 의향이 2.2배 높은 것으로 드러났는데, 이는 서천 지역이 지자체 홍보 등이 가장 활발하여 보급 사업이 가장 많이 진행되고 있는 점을 고려할 때, 향후 보급사업 확대방안 마련 시 이러한 점을 중점적으로 검토할 필요가 있음을 시사한다.

본 연구는 현재 히트펌프(R-134a) 보급 사업에 김 가공업체 중 일부만 사업에 참여하고 있고, 저효율·다소비 에너지구조가 지속되고 있는 실정에서 설문조사를 통해 마른김 가공업체의 현황을 파악하고, 보급사업 참여업체와 미참여업체를 구분하여 향후 사업 확대의향 및 신규 참여의향에 영향을 미치는 개인적 특성을 파악하기 위한 실증분석을 실시하였다는 점에서는 의의가 있다. 다만 두 분석 모두 일부 변수가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타난 점, 경영주 연령과 종사경력의 다중공선성 존재 가능성 여부를 검증해보지 못한 점, 보급사업에 참여한 업체가 20개소에 불과해 표본 수가 부족한 점 등은 연구의 한계점이며, 추후 이러한 점을 보완한 엄밀한 연구가 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 옥영수, “우리나라 김 산업 발전을 위한 논점과 방안”, 수산경영론집, 제 41권 2호, pp. 25-44, 9월, 2010년.
- [2] 박혜진·김지용·장영수, “마른김 가공업체의 경영효율성 분석”, 수산경영론집, 제 49권 1호, pp. 37-50, 3월, 2018년.
- [3] 백은영, “마른김 가공업 실태와 문제점에 관한 연구”, 수산해양교육연구, 제 32권 3호, pp. 713-724, 6월, 2020년.
- [4] 한국해양수산개발원, “바다의 반도체 김 수출 1조 원 달성 전략”, KMI 동향분석, 제 61호, 12월, 2017년.
- [5] 백은영·이은화, “한·중·일 김 수출경쟁력 분석에 관한 연구”, 한국도서연구, 제 30권 3호, pp. 139-159, 10월, 2018년.
- [6] 이희진, “영화제작인력들의 해외활동 참여욕구에 관한 연구: 이분형 로지스틱 분석 및 한계효과분석을 중심으로”, 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 제 13권 4호, pp. 27-37, 6월, 2019년.
- [7] 김다영, “양돈농장 경영 지속의 영향요인 분석”, 건국대학교 대학원 석사학위논문, 2월, 2020년.