

기상정보가 사회 경제에 미치는 영향과 효과분석

양영민¹ · 강인식² · 유진호² · 안경희²

¹서울대학교 기후환경시스템 연구센터

²서울대학교 지구환경과학부

(2004년 4월 1일 접수; 2004년 4월 10일 승인)

Analysis of Economical & Social Impact of Meteorological Information

Young-Min Yang¹, In-Sik Kang², Jin Ho Yoo² and Kyoung-Hee An²

¹Climate Environmental System Research Center, Seoul National University

²School of Earth and Environmental Science, Seoul National University

(Manuscript received 1 April 2004; in final form 10 April 2004)

Abstract

The cost caused by natural disaster has been increasing rapidly since last decade, for example, it amount to \$ 34 billion during warm ENSO between 1997 and 1998 for all over the world. Thus, we have reviewed economic and social benefits of predictional and climatological information based on an extensive literature search in WMO, Korea Meteorological Administration. Statistical data-exchange rate, GDP of each country and so on have been obtained from national statistical office of Korea, UK, USA, Canada, Australia and New Zealand. Also, we applied the methodology that was used in those foreign papers to estimate the economic benefit of weather and climate in Korea. Industries sensitive to weather and climate is agriculture, forestry and fisheries, construction, transportation, public utilities, retail trade, finance, insurance and real state, the GDP ratio of these industries is about 42% in USA and 52% in Korea. The benefits using weather and climate information represent about 0.2% of GDP when we assess the benefits based on searches that was applied to domestic industrial sector and 0.3% of GDP when we estimate the benefits using the data that we analyzed through the international papers. We suppose that the economical effect of weather and climate reaches about 1% of GDP if it is included the cost caused by weather & climate disaster damage.

Key words: economic benefits, weather & climate sensitive industry

1. 서론

해마다 기상재해 및 기상변화가 산업과 사회전반에 미치는 영향이 크게 증가하고 있어 기상이 사회경제에 주는 영향을 정량적으로 파악해야할 필요성이 증가하고 있다. 외국에서는 이러한 필요성을 미리 인식하여 1950년대부터 현재까지 국가 경제 전체 혹은 개별산업분야에 대하여 많은 연구가 진행되어 왔다. 이들 연구는 기상에 크게 영향을 받는 산업분야(농업, 건설업, 에너지산업 등)

에 대해 직접 조사하거나 설문 등으로 추정된 결과를 국가 또는 지역전체로 일반화시킨 연구(Nichols, 1996)가 대부분이다.

기상에 민감한 산업을 분류하는 작업은 경제적 영향을 추정할 때 그 대상이 되는 산업 경제 분야를 선정할 수 있는 기준이 되기 때문에 활용효과를 추정하기 전에 미리 정의될 필요가 있으며, 관련 조사로 미국상무부(U.S. Department of Commerce)가 1996년 기상에 민감한 산업의 GDP 비율을 분석한 바 있다(NRC, 1998).

기상정보의 활용효과는 이용하는 기상정보의 종류와 적용되는 산업분야별로 달라지기 때문에 산업분야의 범주가 커질수록 객관적이고 정형적인 추정이 어려운 특징이 있다. 이러한 이유로 대부분 외국의 연구들은 조사 분야를 최대한 협소화시켜 활용효과를 산정하였으며, 이용된 기상정보

종류도 기후자료 또는 단기에보, 중/장기에보, 기후변화 정보 등 다양하다. 산업분야는 농업, 건설업, 에너지/전력산업, 소매, 제조업 등 기상민감한 산업분야를 대상으로 조사되었으며, 기상에 직접적인 영향을 크게 받는 농업과 건설업에 대한 연구가 상대적으로 많이 존재한다. 또한, 기존의 여러 연구들을 분석하여 활용효과를 산업별로 재정리한 연구는 기상정보활용효과 추정에 기본적인 자료 및 방법론을 제공해주며, 본 연구에서는 WMO의 조사를 중심으로 활용효과를 분석한 Nichols(1996)의 연구를 바탕으로 외국의 활용연구를 조사하였다.

단기에보를 이용한 연구를 살펴보면, 농업분야에 대한 연구로는 국가나 지역, 농장 단위로 활용이익이 조사되었으며, 세부 활용 분야에 따라 작물선택(Biswas and Biswas, 1979; Rijks, 1987; Berggren, 1975), 작물의 재배지역의 배치(Berggren, 1975; Basso, 1990), 모종 및 관개, 농약 분무 방식의 변화 등 작물생산의 효율성 증대(Phillips 1986(a); Dommermuth, 1990; Keane *et al.*, 1987; Schneider *et al.*, 1974; Mason, 1966; Phillips, 1986(a); Hammer, 1994; Basso, 1990; Berggren, 1975; Stewart and Hash, 1982; Gringof and Nikitina, 1990; Rijks, 1987), 가축종류의 선택 및 기타 이익(Konare, 1990; Rijks, 1987) 등으로 구분될 수 있다. 건설업은 배수시스템 및 전력선, 레저, 석유기지, 종합철강시설에 대한 설계분야에서 기상정보를 활용하여 비용을 절약한 연구(Temple and Frehs, 1994; Mason, 1966; Phillips, 1986(a); WMO, 1985; Phillips 1986(b); Bellamy and Cresswell, 1994; Berggren, 1975)와 기후조건에 적합한 석유 생산 장비 선택 및 기후 환경적 영향을 고려한 도로나 다리의 설계(Berggren, 1975 Phillips, 1986(a);) 등에 관련된 연구가 있다. 기타 산불 및 홍수방지(Basso, 1990; Phillips, 1986(b)), 단기에보를 이용한 적정한 전력/에너지공급에 관한 연구(Maunders, 1986, WMO, 1994), 제조업에서 기후와 수요와의 관계를 바탕으로 예측자료를 이용하여 생산량을 조절, 이익을 증대시킨 연구(WMO, 1994), 가뭄피해로 인한 추가적인 수입비용을 산정한 연구(Phillips 1986(a))등이 있다.

계절 또는 월별예보를 이용하여 이익을 증대하

거나 손실을 감소시킨 연구는 농업의 경우 단기에보와 같이 국가/지역 또는 개별 농장 단위로 조사되었으며, 구체적으로 작물선택(Wilks and Murphy, 1986; Wilks and Murphy, 1985; Mjelde *et al.*, 1988; Gringof and Nikitina, 1990), 작물생산성의 수준 및 생산효율(Byerlee and Anderson, 1969; Phillips, 1986(b); Mjelde *et al.*, 1988;), 과실처리 및 저장 방법(Lava, 1963; Morzuch and Willis, 1982), 목장 및 건초관리(Keane *et al.*, 1987; Byerlee and Anderson, 1982) 등으로 세분화 되어 조사된 바 있다. 에너지 산업은 적절한 계절예보에 근거하여 필요한 에너지를 미리 저장해 두거나 소비하는 방법으로 손실을 감소시킨 연구(Phillips, 1986(a); Changnon, 1994)가 있으며, 제조업은 월별/계절예보를 통한 가스용기, 음료, 비료, 주류 등의 생산량을 조절하여 비용을 감소시킨 연구(Ballentine, 1994; Raman, 1990)가 있다. 이 외에도 월별 강수량 예보정보를 통해 정수지 운영비용을 절약비용을 산정한 연구(Ballentine, 1994)와 도로 결빙의 해소비용을 월별예보를 통하여 감소시킨 경우(Harrison *et al.*, 1991)도 있다. 한편, 단일 산업분야가 아닌 모든 경제 분야에 대한 기상정보의 활용효과를 조사한 연구가 있다. Basher(1996)는 ENSO 예측값에 대한 New Zealand 활용 효과를 \$34M(GDP의 0.04%), Henian(1990)은 중국에서 기상정보 활용시 비용대비용의 비율이 약 1: 40라고 추정한다.

한편, 국내에서 기상정보의 활용효과 분석에 대한 연구로 황진택과 정예모(1999)는 기상이변이 경제에 미치는 영향을 조사한 바 있으며, 최근 기상청에서 발간한 '날씨활용대상(2002)'은 산업체들의 기상정보 활용 연구가 수집되어 있다. 그러나 선진국 연구와 같이 기상정보를 적극적으로 활용하여 부가적인 이익을 창출한 결과는 조사되지 않거나 기업에서 제공한 단순한 자료만 포함되어 있어 정량적인 경제적 영향이 평가되지 있지 않다.

본 연구에서는 기상의 사회경제적 영향을 평가하기 위하여 네 가지 가정사항을 전제로 하였다. 첫째는 조사결과를 전체규모로 환산할 때 필요한 부가적인 요소나 국내외 다른 산업에 대한 영향을 고려하지 않는다는 것이고, 둘째는 기상정보의 활용으로 인한 이익을 해당분야 전체로 확장시킬

때, 기대이익은 선형적으로 비례하여 증가한다고 가정하였다. 즉, 조사된 기업의 매출과 해당산업 분야의 GDP의 비율과 특정기업에서의 활용이익과 해당산업분야 전체의 활용이익의 비율이 같다는 것이다. 세 번째로 기상 사회경제적 영향중에서 기상재해로 인한 영향(직접적인 피해액 및 복구액, 간접적인 피해액 등)은 이미 정부기관에서 많은 조사가 이루어져 있으므로 본 연구에서 포함하지 않고, 현재까지 정량적인 조사나 연구 활동이 부족한 기상이 산업분야에 미치는 경제적 효과만을 조사대상으로 한정하였다. 네 째로 기상정보의 활용으로 인한 이익은 매출액이 아닌 매출액과 생산원가의 차액인 매출총이익의 개념으로 정의하였다. 이는 국내 및 외국의 많은 연구에서 조사된 이익이 매출총이익과 유사한 개념으로 조사되었기 때문이다. 마지막으로 각 산업분야별 활용효과 추정에서 조사연구에 따라 추정값이 변할 수 있다. 본 연구에서는 활용효과의 추정에 이용된 연구 또는 사례가 다수인 경우 평균값을 사용하여 추정하되 각각의 사례별로 활용효과를 따로 추정하고 그 결과 중 가장 큰 값과 가장 작은 값을 활용효과의 오차로 간주하여 평균값과 같이 표시하였다. 그러나 활용자료가 하나뿐인 경우에는 오차의 범위를 구하는데 난점이 있어 이를 생략하였다.

이러한 가정하에, 먼저 기상이 사회경제에 끼치는 잠재적 영향을 파악하기 위하여 기상에 민감한 산업을 선정하고 그들이 차지하는 GDP비율을 조사하였다. 다음으로 기상정보를 이용하여 이익을 도출한 대표적인 국내연구를 산업분야별로 발굴 및 조사하고, 이를 분야전체로 확장시켜 국

내 산업경제 전체에 대한 기상정보의 활용 이익을 조사하였다. 아울러, 국내 기상정보 활용연구와 각 연구에서 도출된 수치와 활용 내역의 부족으로 산업분야 전체를 대표할 수 없는 경우가 많아 외국의 주요연구 중 현재 국내 상황에도 충분히 적용될 가능성을 지닌 연구를 추출하여 외국 연구에 의한 국내의 각 산업분야별 기상정보 활용효과도 따로 추정하였다. 마지막으로, 국내연구를 이용하여 산정한 활용효과와 해외연구를 통하여 산정한 활용효과를 비교함으로써, 기상정보의 사회경제적 영향 및 효과를 보다 정량적으로 추정하고자 하였다. 한편, 연구별로 활용효과를 산업전체로 일반화시키기 위하여 많은 계산 자료들이 요구되며, 이들 자료의 목록 및 출처는 Table 1, 2와 같다.

2. 기상에 민감한 산업의 선정

기상에 민감한 산업은 일반적으로 산업 활동이 야외에서 이루어져 기상의 영향을 직접적으로 받는 농업, 건설업, 레저산업, 운송업과 통신, 전기/에너지/상하수도 등의 기상에 따라 수요가 변하는 공공시설 분야, 제품의 수요가 기상에 영향을 받는 소매업 및 식음료 및 일부 가전제품(냉난방 기구)을 생산하는 제조업 분야, 기상상태에 따라 이익률이 변동되는 보험업과 부동산 그리고 금융 분야를 꼽을 수 있다. 이외에도 외국과는 달리 여름의 집중호우 및 태풍에 대한 대책, 겨울의 제설 비용 등 기상과 관련된 공공서비스의 제공이 상당부분을 차지하는 정부서비스분야 중 사회서비스분야가 포함된다. 실제 국내의 기상정보활용연

Table 1. Data Sources used to estimate benefit of meteorological information (Korea case).

Index	Contents	Duration	Source
GDP	· Total · By Industry		Korea National Statistical Office (http://www.nso.go.kr)
Sales Statement of Retail Trade	· By detail industry		
Financial Statement	· By company -Hyundai Development -Korea Development -Bokwang Family Mart	2000~ 2002	· Korea Stock Exchange(http://www.kse.or.kr) · Pstock company(http://www.pstock.co.kr) · Korea Chamber of Commerce & Industry (http://www.korcahm.net)

Table 2. Data Source used to estimate benefit of meteorological information (Foreign case).

Index	Contents	Source
GDP	· Korea, United Kingdom, U.S.A, Canada, Australia · Total GDP · GDP by Industry	Korea National Statistical Office (http://www.nso.go.kr)
Exchange Rate	· £, \$US, ₩, 1970~2002	
Standard Price Conversion Factor	· '95 Price, Korea(since 1970)	
Cultivation Area	· Latest data, Korea(potato:2000, corn:2000)	
Number of Energy Company	· Latest data, Korea(1991)	
Sale data by industrial sector	· Korea, 2000~2002	

Table 3. Categories of U.S.A activities that display sensitivity to weather and climate and domestic GDP ratio of weather and climate sensitivity Industries by categories of U.S.A.

Industry	U.S.A(1996, Reference)		Korea(2002, Estimation)	
	Contribution to gross domestic product(\$ billion)	Percent of gross domestic product (%)	Contribution to gross domestic product(\$ billion)	Percent of gross domestic product (%)
<i>Industries sensitive to weather and climate</i>				
Agriculture, Forestry, Fisheries	115.5	1.9	18.6	4.4
Construction	222.1	3.7	35.6	8.5
Transportation, Public utilities	529.3	8.8	40.6	9.7
Retail trade	557.5	9.3	9.4	2.2
Finance, Insurance, Real state	1106.1	18.4	81.8	19.5
<i>subtotal</i>	2530.5	42.1	186.0	44.3
<i>Industries generally not sensitive to weather and climate</i>				
Mining	85.2	1.4	1.5	0.3
Manufacturing	1063.0	17.7	129.4	31.0
Wholesale trade	364.3	6.5	37.4	9.0
Services	1182.7	19.7	30.1	7.2
Government	755.7	12.6	33.4	8.0
<i>subtotal</i>	3481.1	57.9	231.8	55.7
<i>Total</i>	6011.5	100.0	419.6	100

구(기상청, 2002 또는 3절 국내 연구부분)와 비교하여도 위와 같은 분류가 타당함을 확인할 수 있다. 그러나 제품구입이 미리 대량으로 이루어지는 도매업, 식음료 및 일부 가전제품을 제외한 제품의 수요가 기상의 영향을 받지 않는 상당부분의 제조업 또는 생산 활동이 광산내부에서 이루어지는 광업, 그리고 각종 민간서비스업 등은 기상과 대체로 무관한 산업으로 분류할 수 있다. 기상무부(1996)에서는 기상에 민감한 산업과 그렇지 않은 산업을 분류하고 각 산업이 차지하는 GDP비

율을 분석한 바 있다(Table 3). 이 자료에서는 농업, 임업, 수산업, 건설업, 운송 및 공공시설(전기/에너지업 포함), 소매업, 금융, 보험, 부동산업을 기상에 민감한 산업으로, 광업, 제조업, 도매업, 민간 및 정부서비스업을 덜 민감한 산업으로 분류하고 있으며, 기상에 민감한 산업의 GDP비율은 약 42%로 밝히고 있다. 기상무부에 밝힌 산업 분류와 국내 연구에 근거한 본 연구의 산업분류를 비교하면 대부분 일치하나 정부서비스분야와 제조업 전부를 기상에 덜 민감한 산업으로 분류

한 점이 다르게 나타났다. 이는 정부서비스 분야의 경우 여름의 집중호우로 인한 피해가 전 국토에 걸쳐 매년 크게 발생하는 국내만의 특수한 상황이 미국과 다르기 때문에, 제조업의 경우 식음료 및 냉난방관련 가전제품이 차지하는 GDP비율이 낮기 때문에 편의상 제조업전체를 기상에 덜 민감한 산업으로 분류한 것으로 사료된다.

한편, 기상무부의 분류 범주에 근거하여 국내에서 기상에 민감한 산업이 차지하는 GDP비율을 추정하였다(Table 3). 여기서 미국의 산업별 GDP 자료는 기상무부의 자료(1996)를 사용하였고, 국내자료는 통계청의 자료(2002)를 이용하였으며 추정 결과 국내의 기상에 민감한 산업이 차지하는 GDP비율은 약 45%로 나타났다. 여기에 본 연구에서 기상에 민감한 산업으로 정의한 정부서비스 중 사회서비스분야(3%)와 식음료업과 냉난방가전관련분야(4%)등의 일부제조업을 포함할 경우 약 52%로 추정될 수 있다. 이는 국내경제의 절반이상이 기상의 영향을 받을 수 있으며, 우리나라의 산업구조가 미국보다 기상에 영향을 더욱 많이 받는 구조임을 나타낸다.

3. 국내의 기상정보활용 효과

국내연구는 대부분은 기상청(2002)의 자료를 이용하였으며, 이외에 인터넷에서 활용연구를 조사하였다. 산업분야 전체로의 환산시 필요한 자료 출처는 Table 1에 명시된 내용과 같다.

3.1 건설업

국내에서 기상정보를 활용하여 기업의 비용절감을 유도한 대표적 연구로서 현대산업개발과 고려개발의 연구가 있다(기상청, 2002). 현대산업개발은 전국 30여 곳의 건설현장에 고유번호와 비밀번호를 부여해 시간별 예보 및 기상특보 등의 공사장별 온라인 예보를 실시간으로 제공함으로써 각종 기상변화에 적절히 대처, 공사비용을 절감하였다. 현대산업개발의 경우 기상정보의 이용에 투자한 금액은 연 5천만원이고 활용이익은 현장공정계획 및 수방대책, 콘크리트 타설비용의 절감 등 직접적인 효과와 완공후 유지관리 및 보수

비용의 절감 등 잠재적인 효과를 포함하여 연 6억원으로 나타났다(기상청, 2002). 비용에 대한 이익의 비율(Cost/ Benefit)은 1/12이고 현대산업개발의 총매출액은 2000년 약 1조9천억원(한국증권거래소, 2003)으로 매출액에 대한 활용 이익의 비율은 약 0.03%이다. 또한, 고려개발의 경우 기상이변에 의한 재해 손실 예방의 차원에서 산업전반에 걸친 전문적이고 세분화된 기상정보의 필요성과 기업의 경쟁력 확보에 밀접한 연관을 갖는다는 판단 하에 날씨정보시스템을 현업에 적용하여 재해손실은 물론 비용도 절감하였다. 날씨정보시스템의 개발 및 정보이용에 연 4천9백만원을 투자하였고, 절감효과는 약 19억원으로 비용대비 이익은 1/38로 나타났다. 고려개발의 2001년 총매출액은 3,263억원(한국증권거래소, 2003)으로 매출액에 대한 이익비율은 약 0.6%이다.

조사된 연구를 건설업 전체규모로 환산하기 위하여 ① 기상 활용에 따른 효과를 각 연구별로 총 매출액에 대한 이익 비율로 환산하고 이를 평균한 값을 ②건설업 분야 GDP에 곱하여 건설업 분야에서의 기상정보활용 효과를 추정하였다. 여기서, 모든 건설업체별로 매출액 자료의 획득이 용이하지 않아 건설업 GDP 자료를 대신 이용하였다. 그러나 GDP 자료를 사용할 경우 매출액자료와는 달리 외국과의 경제적 지표와의 비교나 환산이 비교적 용이하고 국내의 경제 활동량을 실질적이고 객관적으로 나타낼 수 있는 장점이 있다.

Table 4는 각 연구별로 비용 대비 이익 비율과 총매출액 대비 이익 비율 수치를 표현하고 있으며, 매출액 대비 이익비율은 평균 0.3%, 최대수치

Table 4. Cost/Benefit & Benefit/Sales ratio of construction industry (unit: billion won).

Company	Cost-Benefit ratio			Benefit-Sales ratio	
	Cost (A)	Benefit (B)	Ratio (C=A/B)	Sales (D)	Ratio (B/D)
Hyundai development	0.05	0.6	1/12	1,908	0.0003
Korea development	0.049	1.9	1/38	326	0.006
Average					0.003

는 0.6(고려개발)%, 최소는 0.03%(현대산업개발)로 나타났다. 이 비율이 모든 다른 건설업체에도 그대로 적용된다고 가정하여 국내 건설업분야에서 기상정보활용에 대한 이익을 구한 결과는 Table 5와 같으며, 2000~2002년 연평균 1380억원, 최대 2780억원, 최소 138억원으로 나타났다.

Table 5. Benefit for utilizing meteorological information in the construction (unit: billion Won).

Year	Description (GDP of construction × benefit ratio)	Benefit
2000	41,788.0 X 0.3%	125.4
2001	45,918.4 X 0.3%	137.8
2002	50,463.0 X 0.3%	151.4
Average	46,056.5 X 0.3%	138.2
(Min)	46,056.5 X 0.03%	13.8
(Max)	46,056.5 X 0.6%	276.3

3.2 소매업

소매업은 단기적인 기상의 변화가 수요에 영향을 끼친다는 가정하에 제품의 구입부터 판매까지 기상정보를 활용하여 판매량을 극대화하는 방법이 많이 이용되었다. 대표적인 예로 국내에는 코리아세븐(기상청, 2002)과 웨밀리마트(한국경제, 2001)의 연구가 있다. 코리아세븐은 편의점마다 날씨 변화에 따른 효과적 상품발주 및 최적의 상품 구색을 갖춘 판매를 통해 수익 창출을 할 수 있다는 차원에서 일괄적으로 제품을 공급하는 방식을 탈피하고 상품별로 판매량을 분석하고 연관된 지수를 분석하여 매장의 상품의 배치에 기상정보를 활용하였다. 기상정보의 활용으로 날씨에 가장 민감한 반응을 보이는 패스트푸드(Fast Food)의 매출액이 180% 가장 크게 증가된 것으로 나타났다. 그러나 코리아세븐의 연구는 기상정보의 활용에 필요한 투자비용 자료를 획득할 수 없어 투자대비 효과를 추정할 수없는 한계가 있다. 또한, 동종업체인 웨밀리마트는 2000년에 날씨 정보제공으로 가맹점주가 상품주문 때 정확한 수요를 예측할 수 있도록 유도하여 2001년 상반기 매출을 20% 정도 신장시켰다(한국경제, 2001). 기상정보

활용을 위한 총 투자비는 150억원이며, 매출액은 2000년 2206억에서 2001년 3089억원으로 883억원이 증가하였다. 웨밀리마트의 매출신장에는 점포수의 증가로 인한 매출신장이 가장 큰 원인으로 매출신장액 전부를 기상정보 활용의 이익으로 간주하기에는 문제가 있다. 그 대신에 매출총이익(801억원)에서 기상정보의 활용비용(150억원)을 제외하고, 그 증가분의 20%를 기상정보의 활용이익으로 간주하였다. 위 방법으로 웨밀리마트의 기상정보 활용이익을 계산하면 약 130억원이며, 총 매출액 대비 활용이익 비율은 4.2%로 건설업에 비해 매우 높은 수치를 보였다. 이는 건설업은 기상의 변화에 따라 매출액 자체는 크게 변화가 없고, 공사비용 등 생산비용이 변동되는 특성을 가지고 있으나, 소매업은 기상에 따라 수요가 크게 증감되는데 이것이 판매량에 크게 영향을 끼치는 특성을 지니고 있기 때문이다. 산업전체로의 확장 방식은 건설업과 동일하게 총매출액 대비 이익비율에 소매업분야 GDP를 곱하여 추정하였다. 그런데, 웨밀리마트의 활용연구는 모든 소매업분야가 아닌 날씨에 민감한 종합소매업과 음식료품분야에서 적용이 가능한 연구이므로 위 분야에 대해서만 활용 이익을 추정하였다. 종합소매업 및 음식료품 분야에 대한 GDP자료가 통계청자료목록에 존재하지 않아 매출액 자료의 비율을 이용하여 추정하였다. 통계청의 GDP자료의 분류범주는 '도/소매업 및 음식숙박업' 이라는 큰 범주로 존재하므로 이 분야의 매출액 자료와 '종합소매업 및 음식료품'에 대한 매출액 자료를 각각 구하고 그 비율을 계산하여 이를 '도/소매업 및 음식숙박업' GDP 자료에 곱하여 '종합소매업 및 음식료품'에 대한 GDP값을 추정하였다(Table 6). 이렇게 구한 소매업 GDP에 앞서 구한 매출액 대비 활용이익 비율을 곱하여 소매업에 대한 기상정보의 활용효과를 추정한 결과 Table 7과 같이 2000~2002년 연평균 약 3963억원으로 나타났으며, 이용된 연구가 단일하므로 최대, 최소값의 추정은 생략하였다.

3.3 금융보험 부동산사업 서비스

동양화재에서는 날씨로 파생될 수 있는 주요

Table 6. Sales Ratio of integrated retail and food& drink retail trade to lodging & food service and whole & retail trade (unit: billion Won).

Classification	2002	2000	Ave.
Lodging& food (A)	47,262	40,785	44,023
Whole&retail trade (B)	441,980	369,665	405,822
Integral retail (C)	59,676	46,148	52,912
Food&drink retail (D)	10,618	10,623	10,620
Sales Ratio[(C+D)/(A+B)]	0.14	0.14	0.14

Table 7. Benefit for utilizing meteorological information in the retail trade (unit: billion Won).

Year	Description (GDP of lodging & food service and whole & retail trade × benefit ratio × sale ratio)	Benefit
2000	63,201.6 × 0.042 × 0.14	371.6
2001	67,557.9 × 0.042 × 0.14	397.2
2002	71,454.7 × 0.042 × 0.14	420.1
Average	67,404.7 × 0.042 × 0.14	396.3

위험(risk)을 분석하여 그것을 헤지(hedge)할 수 있는 보험 상품을 개발, 판매하여 수익상품을 확대하고 이윤을 증대시켰으며, 상대기업의 안전경영과 수익극대화를 도모하였다. 동양화재의 날씨 관련 보험은 재정손실보험, 행사취소보험, 컨틴전시(Con -tingency)보험 등의 날씨보험과 풍수재보험이 있다. 본 연구에서는 기상재해에 대한 영향을 포함하지 않으므로 날씨관련 보험의 거주보험료는 약 2억3천만원이며 지급보험료는 1천5백만원으로 6.5%의 양호한 손해율을 나타내고 있다(기상청, 2002). 날씨보험에서 기상정보활용에 대한 투자비용은 지급보험료와 보험료산출비용으로 정의할 수 있으며, 보험료산출비용의 자료획득이 어려워 지급보험료만 고려하였다. 즉, 투자비용은 1천5백만원이며 그로 인한 이익은 거주보험료에서 지급보험료의 차액인 8천만원으로 나타났다. 또한, 자동차사고를 줄이기 위하여 날씨정보안내 서비스를 주요 사고지점에 제공하는 활용방법도 적용된 바 있고, 자동차사고예방과 관련된 투자비용은 약 4억8천만원이며 그로 인한 보험료지급의 절감효과는 연평균 약 6억5천만원으로 기상정보

활용이익은 1억7천만원으로 나타났다. 동양화재의 날씨정보 활용에 대한 비용은 총비용은 4억9천5백원이고 이익은 7억3천만원으로 비용대비 이익 비율은 0.68로 타났다. 동양화재의 매출은 1조5천 억원으로 매출액 대비 활용이익비율은 0.05%로 나타났다(Table 8 참조).

동양화재와 같은 날씨보험뿐만 아니라 외국에서는 이미 기상정보를 활용한 선물 및 옵션거래 등 각종 금융상품이 활발히 거래되고 있어 국내 연구는 보험업분야만 존재하지만 금융 분야 및 부동산 분야도 기상민감한 분야로 기상정보의 활용효과를 추정할 필요가 있다. 본 연구에서는 보험업의 연구에서 조사된 매출액 대비 이익비율을 금융 및 부동산분야에 그대로 적용하여 활용 이익을 산정하였다. 이렇게 추정된 금융 및 부동산업의 활용이익의 오차를 파악하기에는 어려우나 보험업분야의 매출액 대비 이익 비율은 건설 및 소매업 산업분야에 비해 매우 작은 수치이므로 과대 추정되지 않을 것으로 사료된다.

산업영역 전체에 대한 이익은 건설업과 동일한 방법을 이용하였으며, 그 결과는 Table 9와 같다. 여기서, 건설업과 마찬가지로 금융 및 보험, 부동산 분야의 매출액 자료대신 GDP 자료를 이용하

Table 8. Cost/benefit and sales-benefit ratio of insurance industry (unit: billion Won).

Item	Cost-Benefit Ratio			Sales-Benefit ratio	
	Cost (A)	Benefit (B)	Ratio (C=A/B)	Sales (D)	Ratio (B/D)
Weather insurance	0.015	0.08	-	-	-
automobile insurance	0.48	0.65	-	1,545.3	-
Total	0.495	0.73	0.68		0.05%

Table 9. Benefit for utilizing meteorological information in the finance, insurance and real state (unit: billion Won).

Year	Description (GDP of finance, insurance and real state × benefit ratio)	Benefit
2000	98,977.1 × 0.05%	49.5
2001	105,546.3 × 0.05%	52.7
2002	127,538.5 × 0.05%	63.8
Average	110,687.3 × 0.05%	55.3

였다. 금융/보험/부동산 분야의 기상정보활용이익은 추정결과 연평균 약 550억으로 나타났다.

3.4 국가 공공기관 산업

국가 공공기관은 성격상 여러 형태의 민간 산업 분야와 밀접한 관계를 지니기 때문에 연구도 여러 가지 형태로 존재한다. 농업기반공사는 재해방지를 위해 기상정보를 이용한 재해관리시스템을 가동하여 가뭄관리, 수해대비를 통해 143억원에 달하는 재해복구비용을 절감하는 효과를 가져왔다(기상청, 2002). 농업기반공사는 기상청과 민간예보업체를 통해 기상정보를 수집하고, 이를 이용하여 풍수해관리, 가뭄대책, 수해대책을 마련하였다. 또한, 김천 시청은 김천시내 주요지역에 강수량 관측시스템을 설치하여 강수량을 시청메인 컴퓨터로 실시간 전송하여 그 정보를 바탕으로 자체적인 재해대책(주의보, 경보 등을 상습피해지역과 재해위험지구에 통보)을 실행하여 재해피해를 감소시킨 바 있다(기상청, 2002). 총사업비는 0.14억원(네트워크 구축, 노후컴퓨터 교체, 프로그램 개발)이고 이로 인한 재해피해 절감효과는 조사되지 않았다. 다만, 시스템 구축시 기존 통신망을 활용할 경우 시별로 연간 800만원의 사업비 절감을 유도할 수 있으며, 전국단위로 확대할 경우 연간 약 11.6억원을 절감할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 기상재해와 관련된 활용효과분야는 포함하지 않으므로 농업기반공사와 김천시청의 연구는 제외시켰다.

한편, 한국도로공사는 2000년 6월부터 인터넷 기상정보서비스를 제공하여 이용객들의 편의를 높이고, 기상정보를 활용하여 이용객의 인명과 재산피해를 최소화하며, 고속도로의 유지, 보수에 필요한 시점을 산정하여 업무생산성을 높이고 있다(기상청, 2002). 유지보수의 과학화로 3억원, 교통사고 예방으로 30억원의 손실비용을 최소화하였다. 비용 대비 이익은 약 0.43으로 나타났다.

정부의 공공서비스 범주 안에는 매우 다양한 종류의 사업이 포함되어 특정연구를 사업분야 전체로 확대 적용하기에는 무리가 있다. 즉, 한국도로공사의 이용연구 경우 도로유지보수는 민간건설업분야와, 교통사고예방의 경우 보험업과 활용이익

추정이 중복될 수 있기 때문이다. 또한, 정부서비스 내에서 같은 업종을 가진 기관이 존재하는 경우가 거의 없다는 점도 한 기관의 연구를 정부서비스분야 전체로 확산하기에 어렵다는 이유가 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 정부서비스분야에 대한 산업부분 전체로의 확장은 생략하였다.

3.5 국내 전체의 기상정보의 활용효과

이상의 국내연구를 종합하여 국내에서 기상정보의 활용효과를 추정하였다. 현재 활용효과가 추정된 건설업, 소매, 금융/보험/부동산 외에도 2절에서 언급한 농업, 운송및 통신, 전기기스 및 수도사업, 정부서비스 분야도 기상민감한 산업분야이므로 이들의 활용효과도 추정할 필요가 있다. 그러나, 이들 분야에 대한 연구가 존재하지 않거나 발굴되지 않았으므로 활용효과가 조사된 세계분야의 활용이익이 조사되지 않은 나머지 산업분야에 그대로 적용된다는 가정하에 조사된 세계분야의 GDP비율(A)과 기상에 민감한 모든 산업분야의 GDP비율(B)을 구하고, 비율 A에 대한 B의 비율(B/A)을 계산한다. 여기에 조사된 세계산업분야의 이익(C)을 곱하여 기상에 민감한 산업분야 전체의 이익(D)을 추정하였다.

Table 10은 위와 같은 과정을 정리하여 나타냈으며, 추정결과 국내의 기상정보활용 효과는 2002년 기준으로 연평균 약 1조2천억원, 최대 1조 2천억원, 최소 8천억원으로 나타났으며 이는 국가전체 GDP의 약 0.2%정도에 해당한다. 또한, 매출액이 아닌 매출총이익 개념으로 계산된 수치이므로 매출액상으로 환산될 경우 3~7배 정도의 수치가 될 것으로 사료된다. 현재 활용연구를 발굴할 수 없었던 산업분야에 대한 연구가 조사된다면 보다 정확한 기상활용 효과를 추정할 수 있을 것이다.

4. 해외연구를 이용한 국내 기상정보활용 효과의 추정

외국의 연구는 대표적 활용연구에 대한 직접적인 조사 또는 설문으로 추정된 결과가 국가 또는 지역전체로 일반화시킨 경우인데, 일반적인 방법은 조사된 연구가 전체규모로 환산될 때 특별히

Table 10. Benefit for utilizing meteorological information in the total weather & climate sensitive industry (unit: billion Won, 2002).

Industry field	GDP ratio(%)	Benefit
<i>Available assessment</i>		
Construction(Average)	8.5	138.2
(Min.)		13.8
(Max)		276.3
Retail trade	2.3	396.3
Finance, Insurance, Real state	19.5	55.3
<i>Subtotal</i>	(Average) 30.3(A)	589.8(C)
	(Min.)	465.4
	(Max.)	727.9
<i>Non-available assessment</i>		
Agriculture	4.4	-
Transport & Public Utilities	6.8	-
Electricity, Gas, Water supply	2.9	-
Government	3.4	-
Manufacture(drink & food)	4.1	-
<i>Subtotal</i>	34.7	-
<i>Total</i>	Average 51.9(B)	1,010.3(D)
	Min.	797.2
	Max.	1,246.8

* D is estimated value based on GDP Ratio (D=B*C/A)

부가적인 요소나 국내외적으로 다른 산업에 영향을 끼치지 않는다고 가정하여 특정연구가 산업분야에 차지하는 비율을 구하여 추정하는 방식이다 (J.M. Nichols, 1996; WMO, 2002). 이러한 방법론을 국내에 적용시킨다면 국내의 산업분야별로 기상정보를 이용하여 부가적인 이익을 도출한 대표적인 연구를 발굴/조사하여 이를 산업분야규모도 확장시켜야 한다. 그러나, 국내에는 이러한 연구가 많지 않고, 각 연구들이 그 산업분야에서 기상정보를 통하여 도출되는 비용/편익분석을 대표할 수 없는 경우도 존재하므로 외국의 연구가 국내에도 특별한 제한 없이 적용될 수 있다면, 산업분야별 기상정보의 비용/편익을 분석한 결과도 국내 기상정보활용효과추정에 대한 의미 있는 자료로 사용될 수 있다. 한편, 외국 연구의 국내 적용시 조사연도가 1960~1990년도까지 다양하므로 수치를 현재에 맞추어 환산하는 것도 필요하다. 현재 통계청에서 95년도 환산가격자료를 제공하

므로 외국연구의 조사결과를 당시의 환율에 따라 원화로 바꾼 후 이를 다시 95년도 기준가격으로 환산하였다(Table 2). 이 절에서는 외국의 연구를 이용하여 국내의 기상정보활용효과를 추정해보고 3절에서 밝힌 국내연구를 이용한 활용효과와 비교하고자 한다.

4.1 단기 예보정보 이용에 따른 이익산정

4.1.1 농업

농업분야연구는 서론에서 언급한 바와 같이 각 세부분야별로 국내의 적용가능한 방법론을 선정한 후 국내의 실정에 맞게 기상정보의 활용에 관한 이익/손실감소량을 추정하였다. 또한, 기상변화에 대한 수확량 예측모델을 이용하여 농업에 미치는 영향을 추정한 연구(Jones *et al.*, 1988)가 있으나 산업전체로 확장하는데 어려움이 있어 본 연구에서는 고려하지 않았다. 작물선택 분야는 각 지방의 기상을 고려하여 재배작물을 선택하는 방법으로 조사된 외국연구는 땅콩이나 조/피, 밀과 같이 모두 우리나라에서 재배할 수 없거나 경제적인 이유로 재배하지 않는 작물이므로 이 분야에 대한 국내적용은 생략하였다.

작물재배지역의 배치와 관련된 연구 중 칠레의 과일냉해를 3~10% 감소시킨 연구(Basso, 1990)와 출하시기를 앞당기기 위하여 감자재배 지역을 온화한 해안지대로 바꾸어 1acre당 £45이익을 증가시킨 영국의 연구(Berggren, 1975) 등이 국내에 적용가능하다. 계산방법은 영국연구의 경우 국내 감자재배면적에 면적당 이익량 (£45)을 곱하여 활용효과를 추정할 수 있고, 칠레의 연구는 국내과일생산의 이익자료에 이익증가율(3~10%)을 곱하여 추정할 수 있으나 국내과수분야에 대한 이익 자료를 획득하기가 어려워 칠레의 연구는 이용하지 않았다. 모종 및 관개, 농약 분무 방식의 변화 등의 작물생산의 효율성 증대에 관련된 연구로는 기상자료를 이용하여 밀, 과수, 사탕무, 감자, 옥수수 작물의 비료 또는 농약 분무시기조절을 통한 비용을 절약, 면화의 모종시기의 최적화, 관개비용의 감소 등 여러 활용효과가 추정된 바 있다. 이 중 옥수수과종, 비료공급 등의 선택으로 단위 면적(ha)당 \$US 217의 이익을 추가한 1982년 케

활용이익 비율과 ②~④번에서 구한 캐나다 건설업GDP 대비 이익 비율을 합산하여 국내 건설업 이익추정의 비례상수로 사용하였다. 비례상수 값은 Table 12와 같이 0.3%이며, 이를 국내 건설업에 적용하여 추정한 결과 연평균 약 1390억원으로 나타났다(Table 13).

Table 12. Cost/Benefit & Benefit-GDP ratio of construction industry (unit: \$US, M).

Index	Cost-benefit ratio			Benefit-GDP ratio	
	Cost (A)	Benefit (B)	Ratio (C=A/B)	GDP (D)	Ratio (B/D)
Australia	-	33	-	17,617	0.187%
	-	1.1	-		0.004%
Canada	-	30	-	28,262	0.106%
	-	1.5	-		0.005%
Total	-	65.6	-	-	0.302%

Table 13. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in the construction (unit: billion Won).

Year	Description (GDP of construction × benefit Ratio)	Benefit
2000	41,788.0 X 0.3%	126.2
2001	45,918.4 X 0.3%	138.7
2002	50,463.0 X 0.3%	152.4
Average	46,056.5 X 0.3%	139.1

4.1.3 에너지 및 전력산업 분야

에너지 및 전력(Energy & Electricity Supply) 분야에는 기후와 에너지 수요관계를 도출하고 단기예측정보를 활용하여 에너지 생산량을 매년 US\$ 2M를 절약한 뉴질랜드의 연구(Maunders, 1986)와 유사한 방법을 사용하여 국가전체의 생산량을 매년 £100M를 감소시킨 1993년 영국의 연구(WMO, 1994)가 있다. 두 연구 모두 기상정보 활용에 대한 비용이 밝혀져 있지 않고, 네덜란드의 연구는 활용대상범위가 명확하지 않다. 따라서 본 연구에서는 영국연구를 이용하여 국내 에너지 및 전력분야 활용이익을 추정하였다. 추정방법은 건설업과 유사하다. 영국의 연구는 에너지

및 전력분야 전체에 대한 활용이익수치가 조사되어 있으므로 이익-에너지 및 전력분야 GDP비율을 구하고, 이를 비례상수로 이용하여 국내 에너지 및 전력분야 GDP와 곱하여 국내 활용이익을 추정하였다.

국내 에너지 및 전력분야 GDP는 통계청자료의 자료를 이용하였는데, 산업범주가 에너지 및 전력뿐만 아니라 상수도 공급분야도 포함하고 있어 연구적용의 범위에 벗어나는 문제점이 있으며, 2001년까지의 자료만이 존재한다. 그러나 에너지 및 전력분야에서의 기상정보 활용방법이 수도사용량을 적절히 예측하는 방법 등과 같이 상수도 공급분야에서도 적용될 잠재성이 존재하므로 상수도 공급분야까지 적용된다는 가정하에 통계청의 '전기에너지 및 수도업GDP' 자료를 이용하였다. 한편, 1993년도 영국 전기 및 에너지업의 GDP자료를 구하기가 어려워 1996년도 전체GDP 중 전기 및 에너지업이 차지하는 비율을 이용하여(5%) 전체 GDP(£951billion)에 이를 곱하여 1993년도 전기 및 에너지업 GDP를 구하였다. 비례상수를 추정한 결과 Table 14와 같이 0.21%로 나타났으며 비례상수를 이용하여 추정한 국내 에너지 및 전력분야의 활용이익은 연평균 약 330억원으로 나타났다.

Table 14. Cost/Benefit & Benefit-GDP ratio of energy/electricity industry (unit: £, M).

Index	Cost-Benefit Ratio			Benefit-GDP Ratio	
	Cost (A)	Benefit (B)	Ratio (C=A/B)	GDP (D)	Ratio (B/D)
United Kingdom	-	100	-	47,596	0.210%

Table 15. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in energy/electricity industry (unit: billion Won).

Year	Description (GDP of energy/electricity × Benefit-GDP ratio)	Benefit
2000	14,374.4 X 0.2%	30.18
2001	15,591.2 X 0.2%	32.74
2002	17,401.5 X 0.2%	36.54
Average	15,789.0 X 0.2%	33.15

4.1.4 제조업

제조업 분야에는 기후자료와 수요와의 관계 추정을 통하여 소매자의 요구에 맞게 생산을 조정할 결과 연간 영국 소매 제조업 전체에 대하여 £10M를 절약한 1993년 영국의 연구(WMO, 1994)가 있다. 이 자료는 제조업 GDP에 대한 활용이익 비율을 직접 구할 수 있어 국내 활용효과를 추정하기에 적합하다. 추정방법은 가스 및 전기산업분야와 동일하게 활용이익-해당국가 제조업분야 GDP비율을 구하고, 이를 비례상수로 이용하여 국내 제조업분야 GDP와 곱하여 국내 활용이익을 추정하였다. 영국과 국내의 제조업 GDP자료는 통계청의 자료를 이용하였는데, 영국 자료의 범주가 전기/가스업분야도 포함하고 있으므로 이를 제외한 제조업 GDP수치를 사용하였다. 비례상수 추정결과 0.007%로 나타났고(Table 16), 이 비례상수를 이용하여 추정한 국내 제조업 분야의 활용이익은 연평균 약 120억으로 나타났다(Table 17).

Table 16. Cost/Benefit & Benefit-GDP ratio of manufacturing industry (unit: £, M).

Index	Cost-Benefit ratio			Benefit-GDP ratio	
	Cost (A)	Benefit (B)	Ratio (C=A/B)	GDP (D)	Ratio (B/D)
United Kingdom	-	10	-	143,246	0.007%

Table 17. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in the manufacturing (unit: billion Won).

Year	Description (GDP of manufacturing × Benefit-GDP ratio)	Benefit
2000	163,283.2 X 0.007%	11.42
2001	168,160.4 X 0.007%	11.77
2002	174,247.1 X 0.007%	12.19
Average	168,563.6 X 0.007%	11.79

4.2 계절 및 월별 예보정보 이용에 따른 기상정보활용 효과

4.2.1 농업분야

계절 또는 월별 예보를 이용한 농업분야의 기

상정보활용이익 추정방법은 단기예보와 같은 기법을 사용하였다. 작물선택과 관련된 연구는 브라질 동북쪽 ENSO 예측자료에 기반한 작물의 선택, 목화와 쌀의 조합 또는 밀, 사탕수수, 콩, 옥수수 등의 작물 중 2개를 적절히 선택하여 기상악화에 따른 비용감소를 유도한 연구(Wilks and Murphy, 1986; Wilks and Murphy, 1985; Mjelde *et al.*, 1988; Gringof and Nikitina, 1990) 등이 존재하나 사계가 적용된 지역 기후가 열대 기후이거나 작물 조합에서 국내에서 재배되지 않는 작물이 포함되는 경우이므로 국내활용대상에서 제외시켰다.

작물생산성의 증대와 관련된 연구는 옥수수가격, 운영자본의 이자, 모든 입력비용, 예측정확성, 선행시간 등의 요소를 고려한 의사결정모델을 이용하여 옥수수 비료량을 도출하여 결과적으로 ha당 \$7.5의 비용을 감소시킨 1988년 미국의 연구(Mjelde *et al.*, 1988)와 토양의 질소성분 및 수분자료, 계절예측자료를 이용하여 밀의 재배에 필요한 비료량을 계산하여 구입비용을 감소시키고 밀의 생산량을 증대시킨 오스트레일리아의 연구(Byerlee and Anderson, 1969)가 있다. 밀의 경우 재배면적에 대한 최근 조사 자료가 존재하지 않아 미국의 연구만을 이용하였다.

과일의 처리 및 저장(Fodder Management) 분야에서 계절/월별예보를 이용하여 미국 캘리포니아 지방에서 포도의 수확량을 최적화시켜 \$225/ha의 비용을 절감한 연구(Lava, 1963)와 월귤(cranberry)의 저장소위치선택을 최적화한 미국의 연구(Morzuch and Willis, 1982) 등이 있다. 포도 연구는 건포도 생산을 위한 포도 수확량의 조절로 국내 과수업 실정과 부합되지 않고, 월귤은 국내에서는 재배하지 않는 희귀종이므로 두 연구 모두 국내 활용에 이용하지 않았다.

용에 적용할 미국의 연구는 옥수수재배면적당 활용 이익이 조사되어 있으므로 이를 비례상수로 이용, 국내 옥수수 재배면적에 이를 곱하여 국내 활용이익을 추정하였다. 단기예보의 경우와 마찬가지로 조사된 활용이익이 88년도 자료이므로 이를 현재의 화폐가치로 나타내기 위하여 95년 기준가격으로 환산하였으며, 환산가격수치는 통계청의 자료를 이용하였다. 추정과정은 Table 18과

Table 18. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in the agriculture (unit: billion Won).

Foreign case	Benefit		Exchange rate	Standard price conversion factor('95)	Domestic cultivation area (ha)	Domestic assessment Benefit (billion won)	Year/Nation
	Unit	Value	\$US→₩				
Fruit treatment	\$/ha	225	730	1.72	9,456	2.67	1988 /U.S.A

같고, 농업분야에서 계절/월별 예보이용에 따른 이익은 약 26억원으로 나타났다.

4.2.2 에너지/ 전력 분야

에너지 분야와 관련된 연구로는 눈 유출량의 부족으로 발전량이 감소, \$80M의 손실이 생긴 1981년 캐나다의 연구(Phillips, 1986(b))와 의사 결정자들에게 설문조사로 에너지 분야에서 계절 예보의 가치(\$0.1M)를 추정한 1994년 미국의 연구(Changnon, 1994)가 있다. 본 연구에서는 에너지부하 예측, 연료획득, 전력 거래, 시스템 설계 및 계획 등의 전반적인 내용에 대해 계절예보의 가치를 추정한 미국의 연구를 이용하였다.

추정방법은 미국의 연구가 업체단위별 활용이익을 조사되어 있어 이를 국내적용의 비례상수로 이용하였다. 국내활용이익은 이 비례상수에 국내 전기 및 에너지 관련업체수를 곱하여 추정하였다. 여기서, 에너지 관련 사업체수는 통계청의 자료 중 가장 최신 자료(1991년) 자료를 이용하였다. 비례상수는 1994년의 수치이므로 먼저 당시의 환율을 곱하여 원화로 환산한 후 95년도 기준가격으로 환산하였다. 이렇게 환산된 단일 업체당 활용이익은 약 7천만원으로 나타났다(Table 19) 국내 에너지 및 전력분야에 대한 활용이익은 약 670억원으로 나타났다(Table 20).

4.2.3 제조업 분야

제조업과 관련되어 음료수 분야에서 원자재구입 및 생산량을 조절에 월별예보를 이용하여 3년 동안 30%의 이익이 증가시킨 영국의 연구(Nichols, 1996)와 비료와 농약을 생산하는 업체에서 문순예측을 이용하여 2년 동안 \$0.5M의 이익을 증가시킨 연구(Raman, 1990), 맥주생산에 월별예보를 이용하여 생산량을 조절하여 1년 동안 £1M의

Table 19. Conversion of benefit value from U.S.A Price to Korea Price.

Benefit (\$, M)	Exchange ratio (\$US→₩)	Price conversion factor ('95)	Converted benefit (₩, B)
0.1	804	0.933	0.075

Table 20. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in energy/ electricity industry(unit: billion Won).

Year	Ratio a	Ratio b	Benefit
2000~2002	0.075	898	67.35

이익을 증가시킨 영국d; 연구(Nichols, 1996)가 있으며, 이 중 영국의 음료업분야연구를 이용하였다.

영국연구의 경우 증가된 이익이 매출액단위이고, 본 연구에서 다루는 기상활용이익은 매출총이익의 개념에 가까우므로 이익을 매출총이익 개념으로 환산할 필요가 있다. 국내 제조업의 매출액에 대한 매출총이익비율은 2000~2002년 동안 매출액의 18.09~19.37%(한국산업은행, 2003)이므로 기상활용이익은 여기서 매년 10%씩 증가된 1.8~1.9%로 추정할 수 있다. 추정방법은 위 이익비율을 국내 음료업계의 GDP에 곱하여 음식료품 제조업분야 활용이익을 추정하였다. 그 이유는 제조업은 2장에서 언급한 바와 같이 제조업 중 음식료품과 냉난방 제품분야만 기상에 민감한 산업분야로 분류될 수 있으므로 제조업전체가 아닌 영국연구가 적용된 범위(음식료품분야)와 동일한 특성을 지닌 산업분야에 대해서만 활용효과를 추정하는 것이 타당하기 때문이다. 또한, 국내 식음료업 GDP에 대한 자료는 통계청의 자료를 이용하였다. 추정결과 Table 21과 같이 활용이익은 약 3350억원으로 나타났다.

Table 21. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in the manufacture (soft drink & food) industry (unit: billion Won).

Year	GDP of soft drink & food	Ratio a	Benefit
2000	17,422.8	0.018	313.6
2001	17,721.7	0.019	336.7
2002	18,788.8	0.019	356.9
Average	17,572.25	0.019	335.7

4.2.4 기타 분야

기타 연구로 운송업, 소매업, 상수도공급 등의 분야에 대한 연구가 있으나 연구가 적용된 범위 또는 업체에 대한 자세한 언급이 존재하지 않아 실제 국내적용이 어려운 단점이 있어 활용효과를 추정하지 않았다.

4.3 국내 전체의 기상활용효과의 추정 및 국내활용연구를 이용한 추정결과와의 비교

해외연구를 통한 국내 전체 산업에 대한 기상 활용효과를 추정하기 위하여 국내사례의 경우와 동일한 방법을 사용하였다. 기상민감한 산업 범주 중 활용효과 추정이 가능한 산업분야가 산업범주 전체에 차지하는 비율을 구하고, 활용이익이 선형 비례하여 증가한다는 가정하에 해외연구를 근거로 산정된 국내산업분야 전체의 이익을 추정하여 Table 22에 나타냈다. 기상민감한 산업 분야 중 본 연구에서 추정된 분야(농업, 건설업, 제조업, 전기/가스업)의 GDP비율은 약 20%이며, 추정된 활용이익은 7천4백억원으로 나타났다. 이를 전체 기상관련 산업 GDP비율인 52%로 확장시켜 추정한 해외연구를 통한 국내의 기상정보활용 효과는 대략 1조 9천억원으로 나타났다.

한편, 국내 활용연구를 이용한 기상정보의 활용이익과 외국연구를 이용한 활용이익을 Table 23에 정리하였다. 먼저 실제 추정된 분야를 비교해 보면 국내의 기상정보 활용분야가 해외에 비해 협소하다. 서론에서 언급했듯이 해외의 연구는 금융 및 보험분야를 제외한 모든 산업분야에 대한 활용연구가 존재하며, 특히, 선진국의 경우 기

Table 22. Benefit for utilizing meteorological information estimated from results of foreign studies in the weather & climate sensitive industry (unit: billion Won, 2002). * D: estimated value based on GDP Ratio ($D=B*C/A$)

Industry Field	GDP ratio(%)	Benefit
<i>Available assessment</i>		
Agriculture	4.4	166
Construction	8.5	139.1
Manufacturing	4.1	335.7
Electricity, Gas, water supply	2.9	100.5
<i>Subtotal</i>	19.9(A)	741.3(B)
<i>Non-available assessment</i>		
Transport	6.8	-
Retail Trade	2.3	-
Finance, Insurance, Real state	19.5	-
Government	3.4	-
<i>Subtotal</i>	32	-
<i>Total</i>	51.9(C)	1,933.3(D)

상정보활용이 필수적이고 활용방법이 비교적 쉬운 농업과 건설업 분야뿐만 아니라 GDP비율이 상대적으로 높아 활용이익이 크게 증가될 수 있는 잠재성을 내포하고 있는 제조업, 전기/가스업 등에도 많은 조사연구가 수행되었음을 알 수 있다. 이와 같은 사실은 향후 국내 기상정보활용이 제조업과 전기/에너지관련 산업에도 활발히 이루어져야 한다는 방향을 제시해 주며, 본 연구에서 소개된 연구를 포함한 선진국의 많은 연구 연구가 적용기법의 기초를 제시해 줄 수 있다. 다음으로 활용이익을 비교해보면, 국내연구를 이용한 경우는 건설업, 소매업, 재정금융업이고, 해외연구를 이용한 경우는 건설업, 농업, 제조업, 전기/가스업으로 공통되는 건설업분야 외에는 추정분야가 서로 달라 개별 산업별로 추정결과를 비교하기가 어려운 점이 있다. 공통되는 건설업의 경우 추정결과가 비슷하게 나타났으나, 해외연구의 추정결과가 국내와 외국과의 경제적 규모차이가 고려되지 않은 수치임을 감안할 때 국내활용효과가 적게 추정되었음을 알 수 있으며, 이는 자료의 부족으로 활용하지 못한 다수의 외국의 연구가 국내 활용효과 추정에 포함되지 않았기 때문이다. 전체적인 활용이익은 해외연구를 통해 추정된 금액이

Table 23. Comparison between benefits using domestic researches and that of using foreign researches

Industry field	Using domestic case		Using foreign case		GDP ratio(%)
	Benefit (billion Won)	Benefit ratio(%)	Benefit (billion Won)	Benefit ratio(%)	
Construction	138.2 (13,8,276.3)	13.8	139.1	11.4	8.5
Retail trade	369.3	36.4	-	-	2.3
Finance, Insurance, Real state	55.3	5.4	-	-	19.5
Agriculture	-	-	166	13.5	4.4
Transport & Public Utilities	-	-	-	-	6.8
Electricity, Gas, water supply	-	-	100.5	8.2	2.9
Government(social service)	-	-	-	-	3.4
Manufacture(soft drink & food)	-	-	335.7	5.2	4.1
<i>Subtotal</i>	589.8 (465.4, 727.9)	55.6	741.3	38.3	47.8
<i>Total Estimated Benefit</i>	1,010.3 (797.2, 1246.8)			1,933.3	

1억 9천억원으로 국내연구를 이용하여 추정된 약 1조원과 비교하여 약 2배정도 높게 추정되었다. 이렇게 해외연구가 높게 추정된 이유는 연구가 추정된 국가와 우리나라와의 경제 규모나 활성화 등의 차이가 반영되지 않고 국내에 그대로 적용된 점이 원인으로 추정된다. 추정에 이용된 연구는 대부분 영국, 미국, 캐나다에서 조사된 자료로 이들 국가의 1인당 GDP는 평균 2~3만 달러로 국내의 2~3배이며, 1인당 GDP를 국내와 해외국가사이의 경제 규모와 활성화의 차이를 나타내는 지표로 가정한다면, 두 가지 접근방법으로 추정된 활용이익의 차이를 설명할 수 있다.

5. 요약 및 결론

본 연구에서는 기상이 사회경제에 미치는 영향을 정략적으로 분석하기 위하여 먼저 기상에 민감한 산업을 분류하고 이들 산업이 차지하는 GDP 비율을 분석한 결과 미국의 42%보다 높은 52%로 나타났으며, 이는 국내 산업이 기상의 영향을 보다 많이 받을 수 있는 구조임을 나타낸다. 둘째로 국내의 기상정보 활용연구를 분석하여 추정한 기상정보의 활용의 경제적 영향은 약 1조원으로, 해외의 활용연구를 통하여 국내의 기상정보의 활용이익을 추정한 결과는 약 1조 9천억원으로 나타났다. 또한, 이 수치는 매출상의 이익이 아닌 경상이익차원의 이익증가량을 계산한 것이므로

기상정보활용으로 인한 매출액상의 이익은 3~7배에 이를 것으로 추정된다. 여기에 기상재해로 인한 경제적 피해액을 감안한다면 기상의 사회경제적 효과를 더욱 커질 것으로 사료된다. 실제 2002년의 기상재해 피해액은 약 6조1천억원(중앙재해대책본부, 2003)으로 총 기상의 사회경제적 영향은 약 7조1천억원으로 국내 전체 GDP의 1% 이상을 차지한다. 한편, 본 연구는 활용효과추정시 전제로한 가정으로 인해 몇가지 한계점을 갖는다. 몇몇 연구의 조사결과를 매출액 또는 GDP규모에 비례하여 산업별 활용이익을 추정할 때, 선형적으로 비례하지 않을 수도 있다는 한계점과 동일산업분야 또는 다른 분야의 산업에 미치는 영향을 고려하지 않은 한계점 그리고 다른 조사결과를 이용할 경우 전체 활용이익이 크게 변동될 수 있는 한계점이 그것이다. 이러한 한계점을 극복하고 보다 정확한 활용이익을 추정하기 위해서는 국내외의 많은 모범연구를 발굴하고 경제학적 이론에 근거한 검증을 거쳐야 할 것이다.

참고문헌

기상청, 2002: 날씨활용연구집: '기상은 경제다'. 기상청, 139pp.
 대한상공회의소 홈페이지, 2003: <http://www.korcahm.net>. 대한상공회의소
 중앙재해대책본부홈페이지, 2003: <http://ndch.mogaha.go.kr>. 중앙재해대책본부

- 통계청홈페이지, 2003: <http://www.nso.go.kr/>. 통계청.
 한국경제홈페이지, 2001: <http://www.hankyung.com/>.
 한국경제
 한국산업은행, 2000: 2000년 재무분석결과. 한국산업은행, 27pp.
 한국산업은행, 2002: 2002년 기업재무분석. 한국산업은행, 15pp.
 한국증권거래소 홈페이지, 2003: <http://www.kse.or.kr>.
 한국증권거래소
 황진택과 정예모, 1999: 기상변동이 경제에 미치는 영향. 삼성지구환경연구소
- Adams, R.M., et al., 1994: *The value of improved long range weather information*. El Nino forecasts and US agriculture, In Ref 10.
- Ballentine, V., 1994: The use of marketing principles to maximise economic benefits of weather. *Meteorological Applications*, **1(2)**, 165-172.
- Basher, R.E., 1996: *Significance of climate prediction for New Zealand; a study conducted for the Ministry of Research*. Science & Technology. National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd. Unpublished manuscript, Wellington, New Zealand.
- Basso, E., 1990: *Economic benefits of meteorology and hydrology in WMO Regions III and IV*. the outcome of WMO Technical Conference held in Santiago, Chile, 21-24 November 1989. In Ref 9.
- Bellamy, N.F, and Cresswell, N.J., 1994. Economic benefit of Met Ocean Analysis to the offshore oil industry.
- Berggren, R., 1975: Economic Benefits of Climatological Service. WMO-TN No.145. Geneva.
- Biswas, M.R. and Biswas, A.K., 1979: *Food, Climate and Man*. Wiley&Sons, New York.
- Brown, B.G. et al., 1986. On the economic value of seasonal precipitation forecasts: the fallowing/planting problem. *Bulletin of the America Meteorological Society*, **67**, 833-841.
- Byerlee, D.R. and Anderson, J.R., 1982: Risk, utility and the value of information in farmer's decision making. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, **50**, 231-246.
- Byerlee, D.R and Anderson, J.R., 1969: Value of predictors of uncontrolled factors in response functions. *Australian Journal of Agricultural Economics*, **13**, 118-127.
- Changnon, S.A., 1994: *Economic benefits of climate forecasts to power utilities in the United States*, In Ref 10.
- Dommermuth, H., 1990. Economic benefits of an agrometeorological advisory service-selected examples from the Federal Republic of Germany.
- Gibbons, J., 1995: *Presentation to the International Forum on Forecasting El Nino*, 6-8 November 1995, Washington D.C.
- Gringof, I.G., and Nikitina. D.i., 1990: *The economic effectiveness of using agro-meteorological information in agriculture in the USSR*. In Ref9.
- Hammer, G., 1994: The use of seasonal forecasts in crop management. *Agricultural Systems and Information Technology. Climate and Risk*, **6(2)**, 42-44.
- Harrison, M.S.J., et al, 1991: Value of long-range forecasts to commercial users in the United Kingdom. *Long-range Forecasting Research Report No. 14*, WMO-TD No. 395. Geneva.
- J.M. Nichols, 1996: Economic and social benefits of climatological information and services: A review of existing assessments, *World Climate Programme Applications and Services*, WMO/TD-No. 780
- Jones, J.W., K.J. Boote, S.S. Jagtag, G. Hoogenboom, and G. G. Wilkerson. 1988. SOYGROV 5.41: Soybean Crop Growth Simulation Model User's Guide. Florida, Agr. Exp. Sta. Journal No. 8304, IFAS. Univ. of Florida, 1988.
- Keane, T., et al, 1987: Economic benefits of agro- meteorological services. *WMO Commission for Agrometeorology Report No.27*, WMO-TD. No.212, Geneva.
- Kite-Powell, H.L, and Solow, A.R, 1994: A Bayesian approach to estimating benefits of improved forecasts. *Meteorological Applications*, **1(4)**, 351-354.
- Lagos, p. and Buizer, J., 1991: *El Nino and Peru: A nations response to interannual climate variability*. In *Natural and Technological Disasters: Causes, Effects and Preventive Measures*, Pennsylvania Academy of Sciences, USA. See also International Research Institute for Climate Prediction, A Proposal, 1992, IRICP Task Group, Maryland, USA.
- Lava, L.b., 1963: The Value of better weather information to the raisin industry. *Econometrica*, **31(1-2)**, 151-164.
- Ma Henian, 1990: The Chinese Meteorological Service Play an Important Role in the Development of the National Economy. *Economic and Social Benefits of Meteorological and Hydrological Services*, Proceedings of the Technical Conference, WMO-No.733
- Mason, B.J., 1966: The role of meteorology in the national economy. *Weather*, November, 382-393.
- Maunder, W.J., 1986: *The Uncertainty Business: Risks and Opportunities in Weather and Climate*. London, Methuen.
- Mjelde, J.W., et al. 1988: Valuing forecast characteristics in a dynamic agricultural production system. *American Journal of Agricultural Economics*, **70**, 674-684.
- Mjelde, J.W. et al, 1997. Utilizing a farm level decision model prioritizing future climate research needs. *Meteorological Applications*, **4(2)**, 161-170.
- Morzuch, B.J. and Willis, C.E., 1982: Value of weather information in cranberry marketing decisions. *Journal of Applied Meteorology*, **21**, 449-504.

- National Research Council(NRC), 1998: The Atmospheric Science: Entering the Twenty-First Century, National Academies Press, pp24-26.
- O'Brien, J.J., 1993: *Workshop on the economic impact of ENSO forecasts on the American, Australian and Asian continents*. Florida State University, Tallahassee.
- Phillips, D.W., 1986(a): Economic Benefits of Climate Applications. *Canadian Climate Center Report*, **86-2** (Unpublished Manuscript). Downsview, Ontario.
- Phillips, D.W., 1986(b): Marketing Climatology for Today's User. *Climatological Bulletin*, **20(2)**. Downsview, Ontario
- Raman, C.R.V., 1990. Reorienting applied climatic services to user needs. In Ref 9.
- Rijks, D., 1987: Agrometeorology, a tool in land and water management. *Land and Water Resources Management*, **2**, Seminar papers. Economic Development Institute, World Bank, Washington.
- Schneider, R. *et al.*, 1974. Application of Meteorology to Economic & Social Development. WMO-TN No.132. Geneva.
- Stewart, J.I, and Hash, C.T., 1982: Impact of weather analysis on agricultural and planning decisions for the semi-arid areas of Kenya. *Journal of Applied Meteorology*, **21**, 447-494.
- Temple, J.H. and Frehs, J., 1994: *Economic benefits of hydrological services*. In Ref 10.
- Tice, T.F. and Clouser, R.L., 1982: Determination of the value of weather information to individual corn producers. *Journal of Applied Meteorology*, **21**, 447-452.
- Wilks, D.S. and Murphy, A.H., 1985: On the value of seasonal precipitation forecasts in a haying/pasturing problem in Western Oregon. *Monthly Weather Review*, **113**, 1738-1745.
- Wilks, D.S. and Murphy, A.H., 1986: A decision-analytic study of the joint value of seasonal precipitation and temperature forecasts in a choice-of-crop problem. *Atmosphere-Ocean*, **24**, 353-368.
- WMO, 1985: Meteorology and Society. *Statement by the Principal Delegate of China to Ninth Congress* WMO-No. 463, Geneva.
- WMO, 1994: Conference on the Economic Benefits of Meteorological and Hydrological Services Geneva, 19-23 September 1994. WMO-TD No.630. Geneva
- WMO, 2002: *Methodologies for the assessment of costs and benefits of meteorological services*. AG/R&Op-II(02), APPENDIX D

최종 원고채택 : 2004년 4월 22일