

## 성향점수매칭(PSM) 방법론을 활용한 날씨경영의 경영성과 제고효과 분석

백철우<sup>\*†</sup> · 전봉걸<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>덕성여자대학교 국제통상학과 부교수, <sup>\*\*</sup>서울시립대 경제학과 교수

### The Effect of Weather Management on Firm Performance by Using Propensity Score Matching

Back, Chulwoo<sup>\*†</sup> and Chun, Bong Geul<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Associate Professor, Department of International Trade, Duksung Women's University, South Korea

<sup>\*\*</sup>Professor, Department of Economics, University of Seoul, South Korea

#### ABSTRACT

Existing research has emphasized the importance of weather factors in business by analyzing the effects of weather changes on firm performance. However, this study is different from previous researches in that it analyzes the difference in business performance according to degree of utilization of meteorological information in management strategy. In 2010-2017, we constructed a dataset combining an external audit company's financial statements with information on companies with excellent weather management and used propensity score matching (PSM) to estimate the net effect of weather management while controlling sample selection bias. We confirmed that a company with excellent weather management has 9.6 ~ 19.9% higher sales growth rate, 2.0 ~ 8.7% lower operating cost per sale, and 11 ~ 88 million won higher operating income per employee. These results suggest that active use of weather information in management activities plays a positive role in business performance.

**Key words:** Weather Management, Business Performance, Propensity Score Matching, Meteorological Information

#### 1. 서 론

기후변화로 인한 기상재해가 빈번하게 발생함에 따라 기상 정보의 전략적 활용이 기업 경쟁력 제고의 주요인으로 부상하고 있다. 온도, 습도, 눈, 비 또는 바람 등의 날씨위험은 기업의 매출과 수익에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있으며, 재해적인 날씨는 재산손실과 휴업손실까지 초래할 수 있다.

최근 정부 3.0 공공정보공개 방침에 따라 공공데이터포털을 통해 누구나 자유롭게 날씨정보를 활용할 수 있도록 Open API (Application programming interface) 방식으로 자료를 제공하고 있어 기상정보의 접근성이 대폭 향상되었다. 공공 기상서비스 외에도 데이터 스토어, API 스토어 등 민간에서도 기상정보를 상품화함에 따라 기상특보, AWS (Automatic Weather System) 정보, 일기도 레이더 합성영상 등 공공데이

터 포털에서 제공하는 것보다 더 많은 정보를 민간에서 제공하고 있다.

공공과 민간이 다양한 날씨정보들을 제공함에 따라 기후변화로 인한 날씨변화는 더 이상 기업에게 대처불가능한 자연재해가 아니다. 적극적인 사전 대응을 통해 그 피해를 최소화할 수 있고, 오히려 날씨 마케팅을 통해서 매출을 향상시킬 수 있는 여지가 충분히 있다.

기존의 실증연구들은 날씨변화가 기업의 경영성과 (Chen and Yang, 2017; Lim and Lho, 2018) 또는 생산성 (Zhang et al., 2018)에 미치는 영향을 주로 분석하여 기상요인 자체의 중요성을 부각하고 있는 반면 기상정보의 활용정도가 기업성과에 미치는 영향을 분석한 연구는 찾기 어렵다. 기업이 경영 전략에 기상정보를 활용하는 정도에 따라 기업의 경영성과에 차이가 발생할 수 있으나 기상정보의 활용정도를 기업수준에

<sup>†</sup> **Corresponding author:** chulwoo100@duksung.ac.kr (Department of International Trade, Duksung Women's University, 33 Samyang-ro 144Gil, Dobong-gu, Seoul, 02369, Korea Tel: 02-901-8747)

Received March 4, 2019 / Revised April 22, 2019 / Accepted May 31, 2019

서 파악하는 것이 어렵기 때문에 실증연구가 부족했던 것으로 판단된다.

한편 기상청과 기상산업기술원은 2011년 11월부터 날씨경영인증제도를 시행하여 날씨경영우수기업을 매년 선정하고 있다. 날씨경영우수기업이란 기업경영의 전 과정에 걸쳐 기상정보를 활용하여 매출액 향상 또는 비용 절감, 인적·물적 피해를 예방하는 등 날씨경영 활동을 통해 부가가치를 창출하고 기상재해로부터 안전성을 획득한 날씨경영우수기업을 대상으로 기상청장이 선정하는 제도이다. 2012년 31개사가 처음 선정된 이후 매년 48개사 (2013), 16개사 (2014), 47개사 (2015)년 29개사 (2016), 26개사 (2017), 26개사 (2018)가 추가되어 일부 중도탈락 기업을 제외하면 2018년 12월 기준으로 139개 기업이 선정되었다.

날씨경영우수기업은 업종별로 상이하게 날씨 정보를 활용하고 있다. 외식업의 경우, 기상정보를 식재료 관리, 배달수요 등에 활용하고, 건설업은 공사현장 재해 및 공정관리, 원가관리에 유용하게 활용한다. 농업은 날씨정보를 통해 수해, 가뭄, 이상고온 등으로 인한 생산량 감소 및 병충해 증가에 대비할 수 있으며, 에너지업은 전력수요 예측에 활용하여 전력수요 관리 및 발전비용 절감에 활용할 수 있다.

날씨경영우수기업은 타 기업에 비해 기상정보를 경영 전반에 적극적으로 활용한 기업으로 간주할 수 있기 때문에 본 연구에서는 날씨경영우수기업과 타 기업간 경영성과를 비교함으로써 날씨경영의 기업성과 제고효과를 분석하고자 한다. 하지만 역량이 우수한 기업이 날씨경영에도 적극적인 가능성이 높은 표본선택편이 (sample selection bias)가 존재할 수 있기 때문에 두 집단에 대한 단순비교는 날씨경영의 효과를 과대평가할 가능성이 있다. 기업의 다른 특성들은 통제한 상황에서 날씨경영이 기업의 매출성장률과 영업비용에 미치는 순효과를 추정하기 위해 본 연구에서는 성향점수매칭 (Propensity score matching) 방법론을 적용하였다. 기상상태가 기업에 미치는 연구를 분석한 실증연구는 다수 존재하지만, 기상정보의 활용정도가 기업성과에 미치는 연구를 표본선택편이를 통제하여 추정한 연구는 확인되지 않는다는 점에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있다.

이후 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기상정보가 산업 및 기업에 미친 영향에 대한 선행연구를 분석하고, 3장에서 분석모형 및 자료에 대한 설명을 제시한다. 4장에서는 성향점수매칭 분석결과를 제시하며 이를 토대로 5장에서는 주요 분석결과 요약과 정책적 시사점을 제시한다.

## 2. 선행연구 분석

선행연구는 기업단위 자료를 활용해서 주로 기온과 생산 활동 또는 기업과 총요소생산성 간의 관계를 분석하고 있다. Chen and Yang (2017)은 중국의 기업자료를 활용해서 산업 생산이 봄의 고온에는 정 (+)의 반응을, 여름의 고온에는 부 (-)의 반응을 나타냄을 발견했으며, 섭씨 21~24도에서 산업생산은 증가하지만 섭씨 24도 이상에서는 오히려 감소함을 주장하였다. 그리고 높은 여름 기온은 고온 지역보다 저온 지역의 산업생산에 더 큰 악영향을 미치며 이는 중국의 고온지역이 온난화에 적응함을 분석하였다. 중국의 산업생산은 2080년까지 가장 느린 고온화 시나리오 하에서 3~36% 감소하고 가장 빠른 온난화 시나리오 하에서 12~46% 감소하는 것으로 추정되었다.

Zhang et al. (2018)은 1998년부터 2007년까지 약 50만 개의 중국 제조업체 표본을 분석하여 기온과 총요소생산성 간의 관계를 연구하였다. 그 결과 기온과 총요소생산성 간의 역 U자형 관계를 발견하였으며 노동집약적, 자본집약적 기업 모두에서 생산성이 높은 기온에 민감한 것을 확인하였다. 중국의 기후변화가 중국제조업 생산량을 연 12%씩 감소시키고 있으며 이는 2007년 기준으로 약 395억 달러에 해당하는 것으로 추정된다.

Lim and Loh (2018)은 날씨변수가 의류산업에 미치는 영향을 분석하였다. 섬유 의류산업에 속한 6개 기업의 분기별 매출액을 종속변수로 하고, GDP, 기온, 습도, 강수량, 계절더미변수를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였다. 기상 변수 중 온도격차는 섬유 의류 기업의 경제적 성과에 유의하게 영향을 미치며, 온도격차의 효과는 점진적으로 감소하였다. 온도 변수의 상기 효과는 생산과 소비에 미치는 직접적 영향 외에도 이동, 유통, 운송, 보관 등과 관련된 거래비용이 증가하기 때문으로 해석된다.

이 외에도 다수의 기업수준의 다수 선행연구가 존재하나 대부분 기상상태가 기업의 경영성과에 미치는 영향을 분석 (Andresen et al., 2001; Lazo et al., 2011; Lho and Lim, 2014) 하는 반면 기상정보를 경영에 활용하는 정도가 경영성과에 미치는 효과에 대한 선행연구는 발견하기 어렵다. 이는 기상 정보 활용정도를 객관적으로 측정할 수 있는 지표가 확보가 능하지 않기 때문으로 판단된다.

Table 1. Distribution of observation by industry

Industry	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Food/Beverage	455	466	510	553	579	584	617	679
Clothing/textile	420	439	475	508	553	570	596	632
Energy	87	92	103	113	139	160	184	214
Distribution	1,998	2,115	2,309	2,407	2,590	2,613	2,810	3,077
Tourism/leisure	304	351	387	400	423	445	459	473
Food service	54	57	67	78	86	89	105	121
Aviation	9	9	9	9	11	10	12	11
Shipping	127	132	145	149	162	166	173	189
Construction	1,104	1,141	1,215	1,249	1,327	1,311	1,347	1,535
Transportation	192	192	204	211	218	210	229	252
Agriculture	32	38	42	53	53	58	69	87
Miscellaneous	10,824	11,213	12,129	12,786	13,811	14,423	15,748	17,440
Total	15,606	16,245	17,595	18,516	19,952	20,639	22,349	24,710

### 3. 분석모형 및 자료

#### 3.1 분석모형

우수한 경영성적을 보유한 기업이 날씨경영 우수기업으로 지정될 가능성이 높기 때문에 날씨경영 우수기업과 타 기업 간의 경영성적을 단순 비교분석하는 것은 표본선택편이(sample selection bias)를 발생시킬 수 있다. 표본선택편이가 존재하는 상황에서 이를 통제하지 않고 분석하는 경우 날씨경영 우수기업의 경영성적을 과대평가할 가능성 존재하고 분석결과가 일관성을 확보하지 못하기 때문에 계량경제학적으로 이를 통제하는 것이 필수적이다.

날씨경영의 효과란 날씨경영우수기업이 날씨경영을 하지 않았을 때 대비해서 날씨경영을 했을 때 얻게 되는 성과의 차이를 의미한다. 여기서 후자는 실제 관측가능하나 전자는 관측 가능하지 않기 때문에 전자를 ‘counterfactual’이라 할 수 있으며, 이는 기업이 날씨경영을 하지 않더라도 달성할 수 있는 ‘잠재적 성과’를 의미한다. 여기서 날씨경영의 효과는 Average effect of Treatment on the Treated (ATT)를 통해 정의할 수 있다.

$$ATT = (Y_1 - Y_0|D=1) = E(Y_1|D=1) - E(Y_0|D=1) \quad (1)$$

- $D$  : 날씨경영우수기업 여부를 나타내는 더미변수
- $Y_1$  : 날씨경영우수기업 선정 후 (treated)의 산출
- $Y_0$  : 날씨경영우수기업 선정 전 (untreated)의 산출

PSM 방법론은 ATT를 추정하는데 있어서 어떻게 counterfactual을 찾을 것인가에 초점을 맞춘 방법론이다. 날씨경영우수기업의 여부는 무작위가 아니며 몇몇 관찰된 특징들에 의해 결정되며 실험집단과 비교집단이 다르기 때문에 적절한 추정량이 필요하다. 추정량은 통제집단과 매우 유사하게 집단을 구성하는 통계적 매칭기법을 기본으로 한다(Nivorozhkin, 2005).

PSM 방법론은 Rosenbaum and Rubin (1983)로부터 제안되었으며, 어떠한 관찰된 특성변수  $X$ 의 조건하에서 선택이 비참여 산출과 무관하다는 가정 하에서 평가의 고유문제를 해결할 수 있으며 이는 사업 참여에 대한 예상 확률에 근거한 통계적 매칭방법이다. 관찰된 개체별 특성 벡터  $X$ 의 함수로서 성향점수(propensity score)  $P(X)$ 를 정의한다.

Propensity score

$$= P(X) \equiv \Pr(D=1|X) = E(D|X) \quad (2)$$

성과와 관련한 모든 차이는 관찰된 변수에 의해 통제가능하다는 조건부 독립가정과 참가집단과 비참가집단의 참여확률분포가 같은 범위 안에 속한다는 공통영역의 가정을 충족하면 ATT를 식 (3)과 같이 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned} ATT &\equiv E(Y_1 - Y_0|D=1) \\ &= E(E(Y_1 - Y_0|D=1, P(X))) \\ &= E_{P(X)}(E(Y_1|D=1, P(X)) \\ &\quad - E(Y_0|D=0, P(X)) | D=1) \end{aligned} \quad (3)$$

### 3.2 분석자료

NICE 평가정보가 제공하는 KIS Value에서 2010~2017년 외감기업 전체의 재무제표를 추출했다. 외감기업은 ‘주식회사 외부감사에 관한 법’에 따라 (i) 자산총액 120억원 이상 주식회사 (ii) 자산총액 70억원 이상이면서 부채총액이 70억원 이상 주식회사 (iii) 자산총액이 70억원 이상이면서 종업원 수가 300명 이상 주식회사 (iv) 상장주식회사를 포함한다.

Table 1에 제시된 바와 같이 외감기업은 연도별로 15,606~24,710개에 달한다. 이 중에서 식품/음료, 의류/섬유, 에너지업, 유통업, 관광/레저업, 외식업, 항공업, 해운업, 건설업, 운송업, 농업을 기상민감업종으로 정의하였다. 전체 관측치의 1/3이 기상민감산업에 해당한다.

한편 기상청과 기상산업기술원은 2011년 11월에 날씨경영 인증제도를 실시하면서 기상정보를 활용하여 경영활동에 적용하는 기업들을 대상으로 날씨경영 인프라 구축, 날씨경영 운영, 날씨경영 성과를 토대로 매년 날씨경영우수기업을 선정하고 있다. 선정기업은 관련 날씨경영 교육기회 및 컨설팅 지원, 날씨경영 정보화 시스템 구축지원, 중소기업 대출 금리 우대지원, 기상지진 See-At 기술개발 과제선정시 가점 부여 등의 혜택을 받을 수 있다.

2018년 12월 기준으로 총 139개 기업 및 공공기관 등이 날씨경영우수기업으로 선정되었으며, 이 중에서 KIS Value의 외감기업에 해당되어 본 분석에서 활용된 날씨경영우수기업은 25개이며, 이 중 18개가 기상민감산업에 해당되었다. KIS Value에 수록된 외감기업을 대상으로 PSM 분석을 하기 위해 사용한 변수의 기초통계는 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Descriptive statistics of variables for PSM

Variables	Average	Standard deviation.
sales growth	0.246	1.777
selling and administrative cost / sales	28.963	9493.662
operating profit / no of employees (million won)	115	1,272
sales (million won)	119,993	1,416,721
tangible asset (million won)	52,222	746,443
number of employees	170	1,178

## 4. 실증분석 결과

매출성장률에 대해 PSM 분석을 한 결과는 Table 3과 같

다. 기상민감산업에 속할수록 기상정보를 경영에 적극적으로 활용하는 날씨경영 우수기업이 그렇지 않은 기업에 비해 매출성장률이 19.9%p 높은 것으로 분석된다. 다만 전 산업의 경우는 날씨경영 우수기업의 매출성장률이 타 기업이 비해 9.6%p 높았으나 이는 통계적으로 유의하지는 않은 것으로 분석됐다.

Table 3. PSM estimation result for sales growth

Dependent variable : sales growth	ATT	Standard error	Z	P>   Z
Weather sensitive industry	0.199	0.117	1.70	0.089
All industries	0.096	0.085	1.12	0.261

Note: ATT implies the comparison of managerial performance between company with excellent weather management and the other companies.

판매및관리비는 매출원가에 포함되지 않는 모든 영업비용을 포함하며, 날씨경영은 판촉, 재고관리 등의 영업비용에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 매출액대비 판매및관리비를 종속변수로 하여 규모효과를 통제하여 PSM 분석을 실시하였고 그 결과는 Table 4에 제시하였다. 날씨경영 우수기업은 타 기업과 비교했을 때 매출액 대비 판매및관리비의 비중이 기상민감업종은 8.7%p, 전산업 기준으로는 2.0%p 낮았으며 모두 유의수준 10% 이내에서 통계적으로 유의하여 날씨경영에 적극적일수록 판매및관리비를 낮출 수 있는 것으로 나타났다.

Table 4. PSM estimation result for selling and administrative cost per sales

Dependent variable : (selling and administrative cost) / sales	ATT	Standard error	Z	P>   Z
Weather sensitive industry	-0.087	0.011	-7.15	0.000
All industries	-0.020	0.011	-1.74	0.082

Note: ATT implies the comparison of managerial performance between company with excellent weather management and the other companies.

날씨경영이 수익성에 미치는 효과를 분석하기 위해 종업원 1인당 영업이익에 대해 PSM 분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다. 전 산업 기준으로 날씨경영우수기업이 타 기업대

비 종업원 1인당 영업이익이 88백만원 높았으며 이는 유의수준 10% 이내에서 통계적으로 유의했다. 한편 기상민감업종에서는 날씨경영우수기업이 타 기업대비 종업원 1인당 영업이익이 11백만원 높은 것으로 나타나기는 했으나 이는 통계적으로 유의하지는 않았다.

Table 5. PSM estimation result for operating profit per employee

Dependent variable : (operating profit) / (no. of employees)	ATT	Standard error	Z	P>   Z
Weather sensitive industry	11.944	10.905	1.10	0.273
All industries	88.060	35.919	2.45	0.014

Note: ATT implies the comparison of managerial performance between company with excellent weather management and the other companies.

## 5. 결 론

본 연구는 날씨경영이 경영성과에 미치는 효과를 분석하였다. 이를 위해 날씨경영우수기업과 그 외 외감기업과의 경영성과를 분석하였는데, 경영성과가 우수한 기업이 날씨경영에 적극적일 수 있는 표본선택편이를 통제하기 위해 PSM 방법론을 적용하였다. 기존의 연구가 대부분 설문조사를 활용해서 기상정보의 활용정도가 기업성과에 미치는 효과를 분석한 반면 본 연구는 기상청과 기상산업기술원이 인증한 날씨경영우수기업에 대해서 표본선택편이를 통제하여 그 효과를 추정하였다는 점에서 보다 실증분석 상의 의미를 가진다.

분석결과 기상민감업종에서 날씨경영우수기업이 타 기업에 비해 매출성장률이 19.9%p 높고, 매출액 대비 영업비용(판매및관리비) 비중도 8.7%p 낮게 나타났다. 전 산업 기준으로도 날씨경영 우수기업이 타 기업이 비해 매출액 대비 영업비용(판매및관리비) 비중이 2.0% 낮고 종업원 1인당 영업이익도 88백만원 높은 것으로 나타나서 날씨경영우수기업은 타 기업 대비 우수한 경영성과를 보이는 것으로 분석됐다.

본 연구는 기상정보의 활용정도가 기업 경영성과에 미치는 효과를 정량화된 수치로 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 이는 날씨경영우수기업 선정제도의 인식 제고와 동시에 기업들이 기상정보를 경영활동에 적극적으로 활용할 유인을 제공할 것으로 기대된다. 현재 날씨경영우수기업을 대상으로 관련 교육프로그램 지원, 날씨경영 컨설팅 지원, 날씨경영 정보화 시스템 구축 지원, 금리 우대 등 다양한 혜택을 제공하

고 있음에도 불구하고 기업의 참여수준은 낮은 실정이다. 기상정보의 가치에 대한 기업들의 인식수준을 높이기 위한 노력과 동시에 기업들에게 날씨정보에 대한 Open API를 제공하는 수준을 넘어서 가치있는 정보를 생산·제공하기 위한 방안을 모색할 필요가 있다.

본 연구는 개별 기업의 기상정보 활용정도를 파악하기 어려워서 날씨경영우수기업 여부로만 그 효과를 판단하였다. 추후 서베이를 통해서 기상정보 활용을 위한 개별 기업의 노력 정도를 정량적으로 파악할 수 있다면 날씨경영이 경영성과에 미치는 한계효과 (marginal effect)도 추정이 가능하고 본 연구보다 더 많은 수의 실험집단을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

## 사 사

이 연구는 기상청과 기상산업기술원의 지원을 받아 수행한 “기상서비스 경제적 파급효과 분석” 연구의 일부 내용을 수정·보완한 것으로 일부 내용이 중복될 수 있음을 밝힌다.

## REFERENCES

- Andresen, JA, Alagarswamy G, Rotz A, Ritchie JT, LeBaron AW. 2001. Weather impacts on maize, soybean, and alfalfa production in the Great Lakes region, 1895 - 1996. *Agronomy Journal* 93: 1059 - 1070.
- Chen X, Yang L. 2017. Temperature and industrial output: Firm-level evidence from China. *Journal of Environmental Economics and Management*. (<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.07.009>)
- Lazo, JK, Lawson M, Larsen PH, Waldman DM. 2011. U.S. Economic Sensitivity to weather variability. *Bulletin of American Meteorological Society* 92 (6): 709-720.
- Lho S, Lim D. 2014. A study of the economic effects of weather and climate information on marine logistics. *Environmental and Resource Economic Review* 23 (1): 1-19.
- Lim D, Lho S. 2018. The Economic Impacts of Weather on the Textile and Apparel Industry and Implications. *Journal of the Korean Data Analysis Society* 20 (3): 1359-1367. (in Korean with English abstract)
- Nivorozhkin A. 2005. An Evaluation of Government Sponsored Vocational Training Programmes for the Unemployed in Urban Russia. *Cambridge Journal of*

- Economics 29 (6): 1053 - 1072.
- Rosenbaum P, Rubin DB. 1983. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. Biometrika 70 (1):41-55.
- Zhang P, Deschenes O, Meng K, Zhang J. 2018. Temperature effects on productivity and factor reallocation: Evidence from a half million chinese manufacturing plants. Journal of Environmental Economics and Management 88: 1-17.