

날씨옵션가격결정에 대한 연구

- 기상요소별 옵션상품개발에 대한 고찰 -

김무성* · 김지민**

< 초 록 >

본 연구는 기상요소의 변화에 따른 위험을 관리할 목적으로 기상요소를 기초자산으로 하는 날씨옵션에 대한 가격을 결정해 보고자 한다. 이를 위해 먼저 여러 가지 기상요소를 서울의 기상요소와 서울을 포함한 광역시의 기상요소를 인구비로 가중평균한 기상요소로 나누어 각각 주요기상요소를 요인분석을 통해 찾아보고 업종별지수와 다중회귀분석을 통해 그 영향력 정도를 평가해 보았다. 그 결과, 업종별로 상이한 기상요소에 영향을 받는 것으로 분석되어졌다.

날씨옵션의 가격을 결정하기 위해서는 기초자산의 확률분포를 어떻게 결정할 것인가가 매우 중요하다. 본 연구에서는 계절성과 추세를 나타낼 수 있는 심플한 모형을 통해 앞서 요인분석으로 밝혀진 주요인인 온도, 일조시간, 풍속에 대한 확률모형을 서울기상요소와 가중평균기상요소로 구분하여 각각 도출해 보았다. 그리고 세 가지 날씨옵션 상품에 대해 변동성이 비교적 큰 여름철과 겨울철 기간으로 나누어 콜옵션과 풋옵션가격이 행사가격의 변화에 따라 어떻게 나타나는지 시뮬레이션을 통해 결정해 보았다.

본 연구는 날씨옵션가격결정에 있어서 기상요소의 선택에서부터 날씨옵션개발의 필요성, 그리고 날씨옵션가격결정 과정에 대해 전반적인 흐름에 대해 비교적 간단하게 설명하고 있다. 이후 확률모형의 개발과 날씨옵션상품 도입을 위한 현실적인 방안에 대한 논의가 계속되어야 할 것으로 보인다.

1. 서 론

우리나라는 매년 태풍이나 집중호우 등의 자연재해로 인해 많은 경제적 손실을 입고 있다. 특히, 최근 엘니뇨 현상과 같은 기상이변의 발생은 기업들에게 비정상적인 매출액 감소위험을 갖게 만들었다. 외국의 경우, 이미 날씨위험을 피하기 위한 금융상품의 거래가 이루어지고 있으며 날씨로 인한 경영위험을 헤지할 수 있는 방법에 대한 연구가 빠르게 이루어지고 있지만 우리나라의 경우 날씨위험에 대한 재무학적 연구는 다소 미진

* 부산대학교 상과대학 경영학부 부교수

** 부산대학교 박사과정 재무관리전공

한 편이다.

날씨위험을 관리하기 위한 방법으로 보험과 날씨파생상품을 들 수 있다. 보험은 홍수나 가뭄과 같은 극단적인 날씨 때문에 발생하는 손실을 대비하는데 주로 사용되는 반면 날씨파생상품은 극단적인 날씨 상황보다는 정상적인 날씨에서 벗어난 경우에 나타날 수 있는 손실에 대비하기 위해 주로 이용된다는 점에서 차이가 있다고 할 수 있다.

날씨파생상품이란 특정지역에서 특정 기간 동안에 발생하는 온도, 강수량, 풍속, 일조시간, 계량지수 등과 같이 측정가능한 기상요소에 대한 위험을 헤지할 수 있는 금융상품을 의미하며, 과거에 위험헤지가 불가능한 것으로 생각되어지던 날씨위험이 위험헤지가 가능해졌다는데 그 의의가 있다. 저위험(low risk)과 고확률(high probability)을 가지는 날씨를 대상으로 지역이나 기간 등에 따라 기초자산을 확정하는 날씨파생상품은 특정고객의 요구에 맞게 상품구성이 변화되는 전형적인 주문상품(Tailer Made)이라고 할 수 있다. 그래서 현재 날씨파생상품 거래 중 대부분이 에너지회사의 요구에 맞게끔 디자인된 HDD(heating degree days)와 CDD(cooling degree days)에 기초한 날씨 파생상품이며 선행연구 또한 온도와 관련된 HDD와 CDD²⁾의 연구가 특히 많이 진행되어 있다.

본 연구에서는 우리나라에서 관측된 여러 가지 기상요소 중 기상요소들을 대표할 수 있는 요인이 무엇인가를 먼저 알아보고 날씨옵션상품의 개발필요성을 살펴보기 위해 추출된 기상요인들이 종합주가지수 및 업종별 지수에 대해 어느 정도의 영향력을 가지고 있는지 분석해 보기로 한다. 그리고 추출된 요인을 대변할 수 있는 특정 기상요소 즉, 평균기온, 일조시간, 풍속에 대해 몬테카를로 시뮬레이션을 통한 날씨옵션의 이론적 가격을 도출해 보고자 한다. 특히, 여름철과 겨울철로 나누어 서울 기상요소에 대한 날씨 옵션가격 뿐만 아니라 특별시와 광역시의 기상자료를 추계인구를 기준으로 가중평균하여 우리나라 전체를 대상으로 하는 날씨옵션상품에 대한 가격도 도출해 보기로 하였다.

II. 이론적 배경 및 연구방법

날씨옵션상품의 기초자산이 되는 기상요소는 매우 다양하다. 현재 기상청에서 매일 관측되어 보고되는 최고온도, 최저온도, 평균온도, 강수량, 일조시간, 평균풍속, 상대습도 뿐만 아니라 이를 계량화시킨 체감온도, 부패지수, 난방지수, 냉방지수 등이 있다. 하지만 각 기상요소 중에서도 서로 상호관련이 높은 요소들이 있을 수 있으므로 이러한 여

2) 실제 온도($^{\circ}C$)를 x 라고 할때, 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$HDD = \sum \max(18-x), \quad CDD = \sum \max(x-18)$$

러 가지 기상요소들을 대표할 수 있는 요인이 무엇인지에 대한 분석이 필요하다. 이를 통해 이후 날씨옵션상품 개발시 대상이 될 수 있는 기상요소에 대한 결정이 가능하고 또한 요인분석과정에서 나오는 요인점수 시계열은 주가지수와 다중회귀 분석시 독립 변수로 이용될 수 있다.

요인분석을 통해 구해진 요인점수 시계열과 종합주가지수 및 업종별 지수에 대한 시계열 자료를 가지고 다중회귀분석을 실시해 보았는데, 여기서 사용되는 업종별 지수는 KOSPI를 비롯해 제조업, 금융업, 건설업, 유통업지수를 사용해 보았다. 이러한 분석을 해본 이유는 기상요소가 주가지수에 어느 정도의 영향력을 미치는지 살펴보고 이후 평균온도, 일조시간, 풍속에 대한 날씨옵션상품에 대한 수요자가 될 수 있는 업종은 무엇 인지를 먼저 파악해 보기 위함이다.

시뮬레이션을 통한 옵션가격을 결정하는데는 기상요소에 대한 확률모형을 어떻게 설정하는나가 매우 중요하다. 일반적으로 온도에 대한 확률모형으로 평균회귀모형(mean-reverting model)과 Cao-Wei(2001)의 계량 모형 등이 사용되고 있으나 본 논문에서는 Alton, Djehiche, Stilberger(2002)가 제시한 아래와 같은 평균온도에 대한 결정적 모형(deterministic model)을 응용해서 사용하기로 한다.

$$T_t^m = A + Bt + C\sin(\omega t + \phi) \quad (\text{식 2-1})$$

단, A, B, C, ϕ : 상수

$$\omega : 2\pi/365$$

위의 식 자체에서 알 수 있듯이 이 모형은 계절성과 선형추세를 반영할 수 있는 모형이다. 하지만 미래 기상요소값의 변화를 분석하는데 있어서 기상요소값 자체는 결정적으로 움직이지 않기 때문에 확률적으로 접근해야 한다. 따라서 아래와 같이 확률과정(stochastic process)을 가지는 오차항을 추가하여 확률적 모형으로 바꾸고 T_t^m 을 W_t 로 나타내어 평균온도 뿐만 아니라 다른 기상요인에 대해서도 동일한 모형을 사용해 분석해 보기로 하였다.

$$W_t = A + Bt + C\sin(\omega t + \phi) + e_t \quad (\text{식 2-2})$$

이때 오차항을 제외한 나머지 항에 대한 A, B, C, ϕ 값은 (식 3-3)과 같이 변환하여 다중회귀분석을 통해 구할 수 있다.

$$\widehat{W}_t = a + bt + c\sin(\omega t) + d\cos(\omega t) \quad (\text{식 2-3})$$

이때, $A = a$, $B = b$, $C = \sqrt{c^2 + d^2}$, $\phi = \arctan(\frac{d}{c}) - \pi$ 이다.

추정된 기상요인에 대한 모형을 이용해 날씨옵션상품에 대한 이론적 가격을 추정해 본다. 옵션가치 평가식에서 해석해를 구하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 어떠한 변수가 옵션의 가치를 결정하는 요소인가를 설명하는 이론을 도출하기보다는 경로의존형 옵션의 특징을 가진 점을 감안하여 날씨옵션의 가치를 시뮬레이션에 의해 평가해보기로 한다. 선행연구에서 과거의 정보를 그대로 사용하는 역사적 시뮬레이션방법은 기간을 어떻게 정하느냐에 따라 옵션가격의 차이가 심하게 나는 것으로 알려져 있으므로 이 논문에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하기로 한다.

III. 분석 및 결과

3.1 자료의 선정 및 기간

이 논문에서는 날씨옵션가격결정에 있어서 서울의 기상요소에 대한 옵션상품 뿐만 아니라 우리나라 전체를 대상으로 하는 날씨옵션상품에 대한 가격도 결정해 보기로 한다.

분석에 사용된 기상자료는 우리나라 특별시, 광역시(인천, 대전, 대구, 울산, 광주, 부산)에서의 기상관측치를 사용하였다. 기간은 1961년 1월 1일부터 2003년 6월 30일까지 15221개의 자료(단, 대전의 경우 대전의 경우 1969년 1월 1일부터 2003년 6월 30일까지 12599개)를 이용하였다.

평가대상이 된 기상요소는 최고기온, 최저기온, 평균기온, 강수량, 풍속, 상대습도, 운량, 일조시간, 체감기온³⁾, 부패지수⁴⁾, HDD(난방지수), CDD(냉방지수)이다.

그리고 기상요소의 주가지수에 대한 영향력을 살펴보기 위해 사용한 주가 자료는 KOSPI, 제조업, 금융업, 건설업, 유통업지수로서 1980년 1월 5일부터 2003년 6월 30일까지의 6667개의 자료를 사용하였다.

이 논문에서는 기상자료를 크게 두 가지로 나누어 사용하였는데 하나는 서울의 기상요소를 이용한 분석이고 다른 하나는 통계청에서 제시한 특별시와 광역시의 2003년 추

3) 체감기온($^{\circ}\text{C}$) = $13.12 + 0.6215 * T - 11.37 V^{0.16} + 0.3965 V^{0.16} * T$

단, T : 평균기온($^{\circ}\text{C}$), V : 지상 10m 풍속(km/h)

4) 부패지수 = $\frac{(H-65)}{14} (1.054)^t$

단, H : 상대습도(%), t : 평균기온($^{\circ}\text{C}$)

계인구⁵⁾를 기준으로 가중평균한 값을 이용한 분석이다. 가중평균자료의 경우 상대적으로 짧은 대전의 자료기간에 맞추어 1969년 1월 1일부터 2003년 6월 30일까지 12599개의 자료를 사용한다. 이런 가중평균한 자료를 사용한 것은 이후 날씨옵션의 가격 결정시 서울의 기상요소를 대상으로 하는 옵션가격 뿐만 아니라 우리나라 전체 기상요소에 대한 옵션가격을 구해 보기 위하여 시도해 본 것이다.

3.2 기상요소에 대한 요인분석

3.2.1 기상요소에 대한 기초통계량

아래의 <표 3-1>과 <표 3-2>는 서울의 기상요소와 가중평균 기상요소에 대한 기초통계량을 나타낸 것이다.

Jarque-Bera 검정은 정규성 검정의 한 방법으로 왜도와 첨도를 동시에 고려하여 정규분포와 비교하는 결합 검정 통계량으로서 표에서 보이는 바와 같이 정규분포한다는 귀무가설을 모두 기각하고 있다.

<표 3-1> 서울 기상요소의 기초통계량

<서울>	Mean	Std,Dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera	Probability
최고기온	16.7988	10.7084	-0.32717	1.947604	993.16	0.0000
최저기온	8.34214	10.5993	-0.16883	1.974416	753.96	0.0000
평균기온	12.1205	10.4428	-0.28143	1.941183	929.9113	0.0000
강우량	3.77841	14.4296	8.169487	104.6889	6860021	0.0000
풍속	2.37934	0.99549	1.144251	4.889943	5696.568	0.0000
상대습도	67.1338	13.9295	-0.15389	2.506952	218.4794	0.0000
평균운량	5.13518	3.29617	-0.06279	1.726081	1059.722	0.0000
일조시간	5.72629	3.73307	-0.22631	1.749977	1135.358	0.0000
체감온도	14.5219	10.4342	-0.30217	1.978674	910.7297	0.0000
부패지수	0.73536	2.43516	0.57262	3.540332	1035.959	0.0000
평균화씨	56.8169	18.7970	-0.28143	1.941183	929.9113	0.0000
HDD(난방지수)	12.4744	14.3471	0.800188	2.363351	1918.478	0.0000
CDD(냉방지수)	4.29123	6.35781	1.233441	3.222202	3967.477	0.0000

5)

(단위: 천명)

서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
10,024	3,685	2,547	2,615	1,429	1,463	1,066

<표 3-2> 가중평균 기상요소의 기초통계량

<가중평균>	Mean	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera	Probability
최고기온	17.5270	9.71411	-0.32082	1.954221	721.5737	0.0000
최저기온	8.76995	9.85817	-0.13355	1.900502	613.6609	0.0000
평균기온	12.7528	9.67173	-0.24109	1.914158	676.6124	0.0000
강우량	3.62280	10.3679	5.593042	49.90566	1114579	0.0000
풍속	2.78018	0.99744	1.25118	5.094697	5103.357	0.0000
상대습도	67.6477	12.4244	-0.19884	2.440477	225.8699	0.0000
평균운량	5.04949	2.89766	0.009718	1.844934	639.6964	0.0000
일조시간	6.05993	3.26025	-0.32116	2.076877	606.0776	0.0000
체감온도	15.0514	9.72075	-0.26646	1.959103	655.3081	0.0000
부패지수	0.87701	2.17442	0.669004	2.917810	861.3723	0.0000
평균화씨	57.9550	17.4091	-0.24109	1.914158	676.6124	0.0000
HDD(난방지수)	11.3174	12.9703	0.793271	2.3304	1421.453	0.0000
CDD(냉방지수)	4.27252	6.19529	1.240241	3.261239	2981.951	0.0000

3.2.2 요인분석을 통한 데이터의 축소

분석에 사용된 여러 가지 기상요소들 중에는 유사한 성질의 기상요소가 포함되어 있다. 따라서 분석상의 편의를 위해 주성분 분석을 통한 데이터의 축소를 시도해 보고자 한다.

요인 개수의 선택은 고유값(eigenvalue) 1을 기준으로 선택하도록 한다. 여기서 고유값이란 각각의 요인으로 설명할 수 있는 변수들의 분산의 총합으로 각 요인별로 모든 변수의 요인적재량을 제공하여 더한 값이다. 즉 변수의 정보(분산)가 어떤 요인에 의해 어느 정도 표현되는지를 나타내주는 비율을 의미한다. 또한 요인회전은 요인간의 상관관계를 없을 때 사용하는 직각회전 중 베리맥스(VARIMAX) 방식을 이용하였는데 베리맥스 방식은 가장 일반적으로 사용되는 방법으로 각 변수별로 열(column)의 요인적재량을 제공한 값의 분산을 최대화시켜 각 요인을 극소화하는 방법이다. 이때 각 요인의 요인적재량이 0이나 1에 가깝도록 하여 각 열마다 요인적재량이 높은 변수의 수를 최소화시키는 방식이다. 분석결과는 다음과 같다.

3.2.2.1 서울의 기상요소 자료를 통한 분석결과

<표 3-3>은 서울의 13가지 기상요소 자료를 대상으로 주성분 분석을 한 결과를 나타내고 있다. 표에서 보듯이 고유값 1을 기준으로 두 가지의 요인을 추출할 수 있었는데 회전된 성분행렬을 살펴보면 첫 번째 요인은 온도와 관련된 요인이고 두 번째 요인은 일조시간, 운량, 습도 등과 관련된 요인임을 알 수 있다.

<표 3-3> 서울 기상요소의 설명된 총분산과 성분행렬

성분	초기 고유값			추출 제곱합 적재값			회전 제곱합 적재값		
	전체	% 분산	% 누적	전체	% 분산	% 누적	전체	% 분산	% 누적
1	7.260	55.849	55.84	7.260	55.849	55.849	6.655	51.19	51.192
2	2.687	20.668	76.51	2.687	20.668	76.517	3.292	25.32	76.517
3	.985	7.573	84.09						
4	.754	5.802	89.92						
5	.666	5.125	95.01						
6	.398	3.061	98.07						
7	.165	1.268	99.34						
8	6.68E-02	.514	99.85						
9	1.48E-02	.114	99.97						
10	3.14E-03	2.41E-02	99.997						
11	3.99E-04	3.07E-03	100.0						
12	1.52E-15	1.17E-14	100.0						
13	-1.9E-15	-1.4E-14	100.0						

스크리 노브

	성분행렬		회전된 성분행렬		
	성분		성분		
	1	2	1	2	
최저기온	.985	-.120	최고기온	.992	5.0E-02
체감기온	.974	-.217	평균기온	.986	.150
평균기온	.973	-.220	화씨온도	.986	.150
화씨온도	.973	-.220	체감기온	.986	.153
최고기온	.943	-.314	최저기온	.961	.247
HDD	-.919	.222	HDD	-.937	-.127
CDD	.804	-.149	CDD	.803	.153
평균풍속	-.270	4.53E-02	평균풍속	-.268	-5.6E-02
일조시간	-.176	-.857	일조시간	.148	-.862
운량	.481	.688	상대습도	.294	.842
상대습도	.580	.677	부패지수	.281	.835
부패지수	.565	.675	운량	.198	.816
강수량	.274	.485	강수량	7.8E-02	.551

3.2.2.2 가중평균한 기상요소자료를 통한 분석결과

<표 3-4>는 가중평균한 기상요소자료를 가지고 주성분 분석을 실행한 결과를 나타내고 있다. 고유값 1을 기준으로 요인을 추출할 때 서울 기상자료 결과와는 다르게 세 가지 요인이 추출되었다. 첫 번째와 두 번째 요인은 서울과 마찬가지로 온도와 일조시간 등과 관련된 요인이라고 말할 수 있으며 세 번째 요인은 풍속과 관련된 요인이다.

<표 3-4> 가중평균 기상요소의 설명된 총분산과 성분행렬

성분	초기 고유값			추출 제곱합 적재값			회전 제곱합 적재값		
	전체	% 분산	% 누적	전체	% 분산	% 누적	전체	% 분산	% 누적
1	7.761	59.704	59.704	7.761	59.704	59.704	6.836	52.585	52.585
2	2.556	19.663	79.367	2.556	19.663	79.367	3.420	26.310	78.895
3	1.010	7.766	87.133	1.010	7.766	87.133	1.071	8.238	87.133
4	.630	4.850	91.982						
5	.556	4.280	96.263						
6	.321	2.467	98.730						
7	.106	.818	99.548						
8	4.58E-02	.352	99.900						
9	1.11E-02	8.51E-02	99.985						
10	1.61E-03	1.24E-02	99.997						
11	3.26E-04	2.51E-03	100.000						
12	8.26E-06	6.35E-05	100.000						
13	6.08E-07	4.68E-06	100.000						

스크리 도표

고유값

성분 번호

	성분행렬				회전된 성분행렬		
	성분				성분		
	1	2	3		1	2	3
최저기온	.982	-.147	5.76E-02	최고기온	.987	7.30E-02	-8.99E-02
체감기온	.968	-.241	1.16E-02	화씨온도	.980	.174	-5.81E-02
평균기온	.967	-.240	4.77E-02	평균기온	.980	.174	-5.80E-02
화씨온도	.967	-.240	4.56E-02	체감기온	.977	.176	-9.2E-02
최고기온	.934	-.338	2.17E-02	최저기온	.958	.264	-3.71E-02
HDD	-.909	.242	-8.87E-03	HDD	-.924	-.151	9.0E-02
CDD	.815	-.171	.106	CDD	.822	.171	2.14E-02
상대습도	.742	.520	-.124	일조시간	.163	-.914	9.12E-02
부패지수	.740	.507	-2.27E-02	운량	.198	.865	-1.4E-02
일조시간	-.233	-.887	.172	상대습도	.452	.785	-.124
운량	.535	.706	-5.0E-02	부패지수	.468	.766	-2.52E-02
강수량	.369	.566	.316	강수량	.146	.644	.346
평균풍속	-.231	.159	.918	평균풍속	-.166	-1.29E-02	.945

이상의 요인분석에서 만들어진 요인점수는 이후 주가지수와의 관계를 분석하는데 사용되어지며 날씨옵션 상품을 개발함에 있어서도 주성분 분석을 통해 나온 요인들의 특징을 반영하여 평균온도, 일조시간, 평균풍속에 대한 상품을 개발해 보도록 한다.

3.3 요인점수와 주가지수와의 다중회귀분석

요인분석을 통해 구해진 요인점수와 종합주가지수 및 업종별 지수를 가지고 다중회귀 분석을 실시해 보았다. 즉, 업종별 지수를 종속변수로 하고 구해진 요인점수를 독립변수로 하여 구한 것으로 여기서 사용되는 업종별 지수는 KOSPI를 비롯해 제조업, 금융업, 건설업, 유통업지수를 사용해 보았다. 이러한 분석을 해본 이유는 기상요소가 주가지수에 어느 정도의 영향력을 미치는지 살펴보고 이후 평균온도, 일조시간, 풍속에 대한 날씨예측상품에 대한 수요자가 될 수 있는 업종은 어떤 업종일지를 먼저 파악해 보기 위함이다.

3.3.1 서울 기상요소에 대한 요인점수와 업종별지수간의 다중회귀분석

기본 자료간의 크기의 차이가 커서 계수값 자체는 큰 의미가 없어 보이므로 t값과 F값을 주의 깊게 살펴보도록 하자. <표 3-5>는 서울 기상요소에 대한 요인점수와 종합주가지수 및 업종별지수와의 다중회귀분석 결과를 나타낸 것이다. 종합주가지수의 경우 비록 F값은 비유의적으로 나왔지만 온도를 나타내는 요인 1의 t값은 5%수준에서 유의적으로 나왔다. 제조업 지수의 경우 1% 수준에서 요인 1의 t값이 유의적으로 나왔으면 F값 역시 5% 수준에서 유의적인 결과가 나왔다. 금융업의 경우 특히 요인 1과는 별로 관계가 없는 것으로 나와 현실을 반영한 결과인 것으로 파악되어진다.

<표 3-5> 서울 기상요소에 대한 다중회귀분석 결과

	상수	요인 1		요인 2		R	R ²	F값	Durbin-Watson
		계수	t값	계수	t값				
Kospi	0.00028	-0.25	-2.055** (0.04)	-0.01	-0.84 (0.41)	0.027	0.001	2.464 (0.85)	1.79
제조업	0.00036	-0.34	-2.81*** (0.005)	-0.01	-0.828 (0.408)	0.036	0.001	4.27** (0.014)	1.746
금융업	0.00011	-0.003	-0.24 (0.81)	-0.018	-1.1482 (0.138)	0.018	0.000	1.127 (0.324)	1.786
건설업	-0.00007	-0.11	-0.87 (0.382)	-0.009	-0.736 (0.462)	0.014	0.000	0.652 (0.521)	1.796
유통업	0.0001	-0.23	-1.839* (0.066)	-0.01	-0.826 (0.409)	0.025	0.001	2.032 (0.131)	1.782

* : 10% 수준에서 유의, ** : 5% 수준에서 유의, *** : 1% 수준에서 유의

3.3.2 가중평균 기상요소에 대한 요인점수와 업종별지수간의 다중회귀분석

가중평균 기상요소는 앞선 요인분석결과 세 가지 요인이 추출되었었다. <표 3-6>은 세 가지 요인에 대한 점수와 종합주가지수 및 업종별지수와의 다중회귀분석결과를 나타낸 것이다. 결과는 서울 기상자료를 통한 분석과 비슷하다고 볼 수 있다. 특히 할만한 점은 풍속과 관련된 요인 3의 경우 건설업과 유통업에서 비교적 높은 t값을 보이고 있다는 점이다.

<표 3-6> 가중평균 기상요소에 대한 다중회귀분석 결과

	상수	요인 1		요인 2		요인 3		R	R ²	F값	Durbin-Watson
		계수	t값	계수	t값	계수	t값				
Kospi	0.0003	-0.027	-2.234** (0.026)	-0.005	-0.4 (0.689)	0.000	-0.037 (0.97)	0.28	0.001	1.717 (0.161)	1.79
제조업	0.0004	-0.037	-3.01*** (0.001)	-0.004	-0.33 (0.741)	0.002	0.195 (0.845)	0.037	0.001	3.08** (0.027)	1.746
금융업	0.0001	-0.003	-0.26 (0.795)	-0.016	-1.299 (0.194)	0.000	-0.013 (0.99)	0.016	0.000	0.585 (0.625)	1.786
건설업	-0.000	-0.01	-0.813 (0.416)	-0.006	-0.49 (0.632)	0.019	1.565 (0.118)	0.022	0.001	1.114 (0.342)	1.797
유통업	0.0001	-0.022	-1.804* (0.071)	-0.006	-0.47 (0.638)	0.018	1.482 (0.138)	0.029	0.001	1.891 (0.129)	1.782

* : 10% 수준에서 유의, ** : 5% 수준에서 유의, *** : 1% 수준에서 유의

사실, 분석을 하기 전에 t값과 F값이 크게 유의적으로 나오리라고는 예상하지 않았다. 왜냐하면 종합주가지수나 업종별 지수의 경우 일종의 포트폴리오이기 때문에 동일한 업종 중에서도 날씨에 영향을 많은 받는 기업이 있을 수 있고 영향을 덜 받는 기업이 있을 있으며 또한 기상요소의 변화가 주가지수에 양의 관계를 갖는 기업이 있을 수 있고 음의 관계를 갖는 기업들이 있을 수도 있기 때문이다. 선행연구에서도 기상요인과 주가지수와의 관계가 비유의적인 경우가 대부분인 것으로 나타났다. 하지만 날씨와 관련이 깊은 보다 세분화된 특정 업종을 대상으로 연구를 한다면 보다 유의적인 결과가 나오리라고 예상이 된다.

본 논문에서 이와 같이 기상요소와 주가지수간의 다중회귀분석을 해본 것은 날씨옵션 상품 개발에 대한 필요성을 조금이나마 찾아보기 위한 것으로 이에 대한 깊이 있는 연구는 다음으로 미루기로 한다.

3.4 기상요소에 대한 모형 설정

본 논문에서는 Alton, Djehic, Stilberger가 제시한 평균온도에 대한 결정적 모형을 응용하여 평균온도와 일조시간, 평균풍속에 대한 추정값을 구해 볼 것이다.

$$\widehat{W}_t = A + Bt + C\sin(\omega t + \phi) \quad (\text{식 3-1})$$

단, A, B, C, ϕ 는 상수이며 ω 는 $2\pi/365$ 로 본다. 식을 통해 알 수 있듯이 이 식은 365일을 주기로 하는 sin곡선으로서 시간경과에 따른 추세까지 반영하고 있다. (식 3-1)은 (식 3-2)와 같이 다시 나타낼 수 있으며 ωt 는 이미 알고 있는 값이기 때문에 a, b, c, d는 다중회귀분석 방법을 이용해 간단하게 구할 수 있다.

$$\widehat{W}_t = a + bt + c\sin(\omega t) + d\cos(\omega t) \quad (\text{식 3-2})$$

이때 추정되는 a, b, c, d값들은 자료기간을 어떻게 하느냐에 따라 약간의 차이를 보이므로 자료기간에 대한 선택의 문제가 발생한다. 그러므로 본 논문에서는 전체 자료기간, 최근 10년(1993년 1월 1일~2003년 6월 30일), 최근 3년(2000년 1월 1일~2003년 6월 30일), 최근 1년(2002년 1월 1일~2003년 6월 30일)으로 나누어 각각 계수값을 추정하고 Akaike 정보기준과 Schwarz 기준을 통해 모형추정을 위한 자료기간을 선택하기로 한다.

3.4.1 서울의 기상요소

3.4.1.1 평균기온

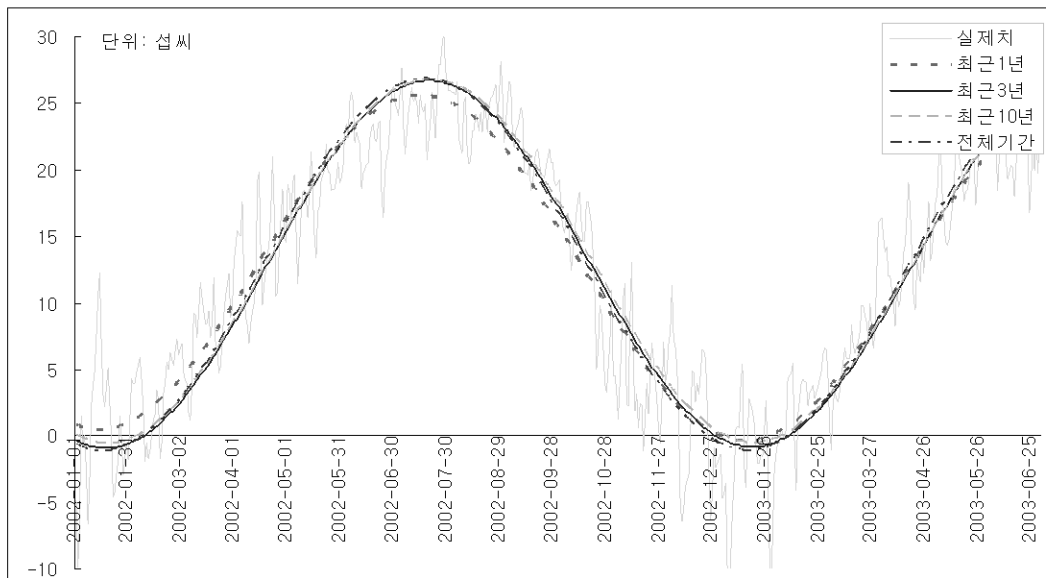
<표 3-7>은 기간별 추정된 계수값과 유의성을 나타낸 표이다. Akaike 정보기준과 Schwarz 기준을 통해 볼때 최근 3년 자료에 의한 모형이 적합한 것으로 나왔다. 하지만 이때 b값이 비유의적으로 나온 것이 특징적이다. 즉, 최근 3년 자료에 의한 경우 추세가 없는 것으로 나왔는데 이는 지구온난화에 대한 영향력을 반영할 필요가 없다는 결과가 나온 것이다.

<표 3-7> 서울 평균기온의 모형추정

		전체기간	최근 10년	최근 3년	최근 1년
a	계수	11.414	6.7729	12.706	13.33
	t값(p)	211.2(0.00)	59.95(0.00)	69.53(0.00)	46.27(0.00)
b	계수	9.5-E06	-0.0007	0.0002	-0.0024
	t값(p)	15.89(0.00)	-14.3(0.00)	0.967(0.00)	-2.67(0.008)
c	계수	-6.058	0.3768	-4.495	-3.044
	t값(p)	-158.5(0.00)	4.7152(0.00)	-34.6(0.00)	-14.5(0.00)
d	계수	-12.58	-0.293	-13.04	-12.41
	t값(p)	-329.4(0.00)	-3.674(0.00)	-101.2(0.00)	-64.59(0.00)
R ²		0.896	0.858	0.9	0.881
Akaike 정보기준		5.2655	5.3419	5.2018	5.237
Schwarz 기준		5.2684	5.3484	5.218	5.2684
F값		44625(0.00)	80.049(0.00)	3815.9(0.00)	1339.3(0.00)

<그림 3-1>은 각각의 자료기간별로 추정된 계수들을 이용해 2002년 1월 1일부터 2003년 6월 30일까지의 추정값들을 실제 서울의 평균기온값들과 함께 나타내본 그림이다. 기간별 모형간에 큰 차이는 없는 것으로 보인다.

<그림 3-1> 서울 평균기온의 추정모형



3.4.1.2 일조시간

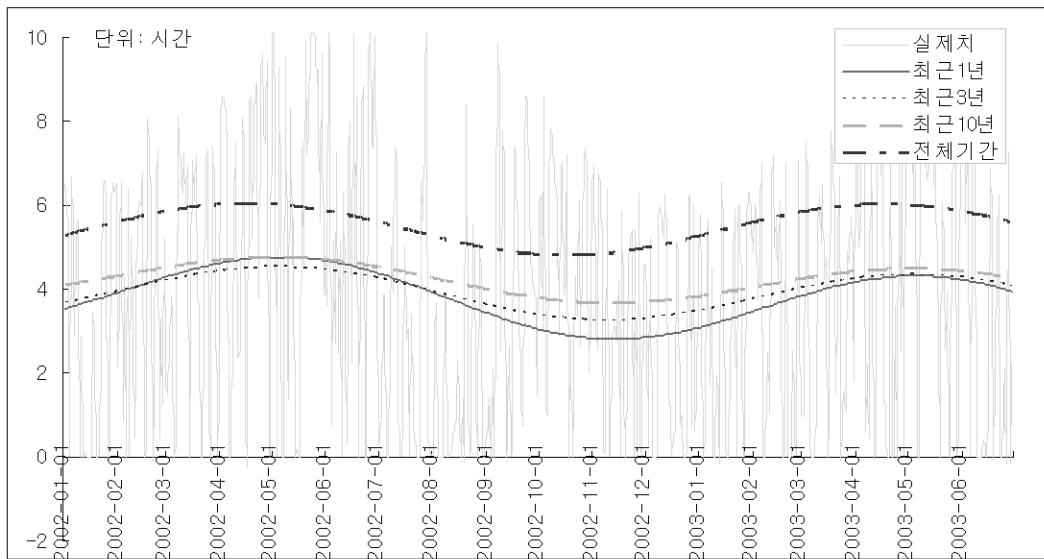
일조시간 역시 평균기온과 마찬가지로 최근 3년의 모형추정값이 적절한 것으로 나타났다.

<표 3-8> 서울 일조시간의 모형추정

		전체기간	최근 10년	최근 3년	최근 1년
a	계수	6.036	6.773	4.369	4.059
	t값(p)	100.6(0.00)	59.95(0.00)	25.5(0.00)	15.04(0.00)
b	계수	-0.00004	-0.0007	-0.0005	-0.0012
	t값(p)	-6.032(0.00)	-14.31(0.00)	-2.18(0.029)	-1.45(0.15)
c	계수	0.5584	0.3769	0.474	0.678
	t값(p)	12.237(0.00)	4.715(0.00)	3.895(0.00)	3.455(0.00)
d	계수	-0.261	-0.293	-0.347	-0.533
	t값(p)	-6.19(0.00)	-3.674(0.00)	-2.874(0.00)	3.46(0.00)
R ²		0.016	0.059	0.021	0.038
Akaike 정보기준		5.4567	5.3719	5.0729	5.1068
Schwarz 기준		5.4589	5.3484	5.0891	5.1383
F값		83.35(0.00)	80.05(0.00)	9.315(0.00)	7.0899(0.00)

<그림 3-2>에서 볼 때 자료기간을 최근으로 짧게 할수록 일조시간이 줄어 들고 있음을 관찰할 수 있다.

<그림 3-2> 서울 일조시간의 추정모형



3.4.1.3 평균 풍속

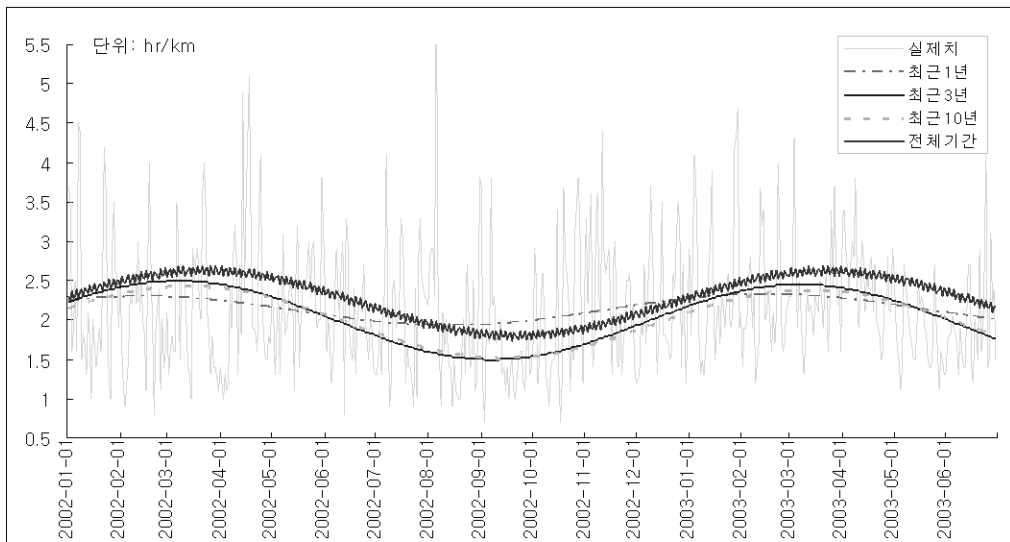
평균 풍속의 경우 최근 1년 자료를 사용한 모형이 적절한 것으로 나타났으며 계수값 b는 비유의적으로 나타나서 0으로 처리하였다.

<표 3-9> 서울 평균풍속의 모형추정

		전체기간	최근 10년	최근 3년	최근 1년
a	계수	2.54	2.423	2.109	2.099
	t값(p)	167.4(0.00)	86.48(0.00)	46.7(0.00)	30.31(0.00)
b	계수	-2.16E-05	-0.0001	-0.0001	8.26E-05
	t값(p)	-12.72(0.00)	-10.3(0.00)	-2.02(0.043)	0.38(0.704)
c	계수	0.412	0.425	0.447	0.133
	t값(p)	38.32(0.00)	21.46(0.00)	13.94(0.00)	2.64(0.009)
d	계수	0.065	0.127	0.194	0.14
	t값(p)	6.019(0.00)	6.4(0.00)	6.08(0.00)	2.896(0.004)
R ²		0.097	0.137	0.156	0.028
Akaike 정보기준		2.727	2.553	2.407	2.387
Schwarz 기준		2.729	2.56	2.423	2.418
F값		555.7(0.00)	202.5(0.00)	78.62(0.00)	5.11(0.0017)

<그림 3-3>에서 보듯이 과거에는 평균풍속이 계절성이 나타내었으나 최근 1년 자료를 통해 볼때 계절성이 많이 줄은 것으로 보인다. 이는 장마철이 길어지고 태풍에 대한 영향을 수시로 자주 받은 결과로 추측된다.

<그림 3-3> 서울 평균풍속의 추정모형



3.4.2 가중평균 기상요소

3.4.2.1 평균기온

서울 평균기온과 마찬가지로 가중평균 기상요소도 최근 3년자료에 의한 모형이 적절한 것으로 나타났으면 추세 또한 없는 것으로 나타났다.

<표 3-10> 가중평균 평균기온의 모형추정

		전체기간	최근 10년	최근 3년	최근 1년
a	계수	12.07	13.2	13.47	13.87
	t값(p)	228.9(0.00)	142.5(0.00)	84.11(0.00)	54.19(0.00)
b	계수	0.0001	0.0001	8.65E-05	-0.002
	t값(p)	17.67(0.00)	3.523(0.00)	0.399(0.69)	-2.73(0.007)
c	계수	-5.65	-6.017	-5.893	-4.757
	t값(p)	-151.5(0.00)	-91.79(0.00)	-51.76(0.00)	-25.56(0.00)
d	계수	-11.69	-11.27	-11.45	-11.12
	t값(p)	-313.7(0.00)	-172.16(0.00)	-101.3(0.00)	-62.13(0.00)
R ²		0.906	0.9086	0.911	0.89
Akaike 정보기준		5.008	4.9455	4.9383	5.0003
Schwarz 기준		5.01	4.952	4.9544	5.0318
F값		40570(0.00)	12693(0.00)	4318.4(0.00)	1508.7(0.00)

3.4.2.2 일조시간

가중평균 일조시간의 경우 <표 3-11>에서 보듯이 서울과는 다르게 최근 3년 일조시간자료를 이용한 모형이 적절한 것으로 나타났다.

<표 3-11> 가중평균 일조시간의 모형추정

		전체기간	최근 10년	최근 3년	최근 1년
a	계수	6.04	6.756	5.28	5.055
	t값(p)	105(0.00)	67.1(0.00)	32.45(0.00)	19.45(0.00)
b	계수	-1.25E-05	-0.0004	-0.0004	-0.0009
	t값(p)	-1.575(0.115)	-10.34(0.00)	-1.77(0.077)	-1.048(0.295)
c	계수	0.46	0.3725	0.461	0.456
	t값(p)	11.32(0.00)	5.229(0.00)	3.987(0.00)	2.41(0.016)
d	계수	-0.218	-0.209	-0.231	-0.327
	t값(p)	-5.37(0.00)	-2.937(0.003)	-2.01(0.045)	-1.8(0.073)
R ²		0.0125	0.036	0.017	0.0177
Akaike 정보기준		5.181	5.1117	4.97	5.0312
Schwarz 기준		5.1834	5.1182	4.986	5.0627
F값		53.1(0.00)	47.6(0.00)	7.644(0.00)	5.12(0.002)

3.4.2.3 평균풍속

가중평균 평균풍속 모형도 최근 3년 자료가 적절한 것으로 나왔는데 이때 d계수값은 0으로 취급한다.

<표 3-12> 가중평균 평균풍속의 모형추정

		전체기간	최근 10년	최근 3년	최근 1년
a	계수	3.091	2.681	2.496	2.563
	t값(p)	186.5(0.00)	102(0.00)	57.37(0.00)	37.83(0.00)
b	계수	-5.5E-05	-9.58E-05	-0.0001	-0.0003
	t값(p)	-24.31(0.00)	-8.07(0.00)	-2.396(0.00)	-1.641(0.101)
c	계수	0.3726	0.37	0.3817	0.1535
	t값(p)	31.788(0.00)	19.88(0.00)	12.34(0.00)	3.115(0.002)
d	계수	0.0606	0.011	0.043	0.1052
	t값(p)	5.173(0.00)	0.597(0.55)	1.417(0.157)	2.219(0.027)
R ²		0.1145	0.1074	0.1118	0.0324
Akaike 정보기준		2.6932	2.4248	2.3316	2.34251
Schwarz 기준		2.6956	2.4313	2.3478	2.374
F값		542.98(0.00)	153.6(0.00)	53.401(0.00)	6.055(0.0004)

3.5 날씨옵션 가격결정

아래 (식 3-3)과 같이 미래 일정기간동안($T_1 \sim T_2$)의 기상요인(W)에 대한 누적값을 기초자산하여 날씨옵션에 대한 가격을 결정해 보기로 한다.

$$W(T_1, T_2) = \sum_{t=T_1}^{T_2} W_t \quad (\text{식 3-3})$$

기상요인(W)에 대한 Call옵션과 Put옵션의 가격은 (식 3-4), (식 3-5)와 같은 방법으로 구할 수 있다. 이때 무위험이자율(r)은 1년 만기 국고채 수익률을 사용하기로 한다.

$$C_W(t, T_1, T_2, X) = e^{-r(T_2-t)} E_t \{ \max(W(T_1, T_2) - X, 0) \} \quad (\text{식 3-4})$$

$$P_W(t, T_1, T_2, X) = e^{-r(T_2-t)} E_t \{ \max(X - W(T_1, T_2), 0) \} \quad (\text{식 3-5})$$

단, t : 현재시점, $T_1 \sim T_2$: 미래의 일정기간, X : 행사가격, r : 무위험이자율

날씨옵션 가격결정을 하는데 가장 중요한 문제는 기초자산가격을 어떻게 하느냐 하는

것이다. (식 3-6)는 앞에서 기상요소에 대한 추정을 위해 사용한 모형이다. 이 식은 (식 3-7)과 같이 나타낼 수 있다. 이때 오차항은 평균이 0이고 분산이 1인 정규분포를 갖는다고 가정한다.

$$\widehat{W}_t = a + bt + c\sin(wt) + d\cos(wt) \quad (\text{식 3-6})$$

$$W_t = a + bt + c\sin(wt) + d\cos(wt) + e_t \quad (\text{식 3-7})$$

미래 일정기간동안($T_1 \sim T_2$)의 누적값인 $W(T_1, T_2)$ 은 (식 3-8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W(T_1, T_2) = \sum_{t=T_1}^{T_2} \{a + bt + c\sin(wt) + d\cos(wt)\} + \sum_{t=T_1}^{T_2} e_t \quad (\text{식 3-8})$$

그럼, 이제부터 날씨옵션의 가격을 결정해 보기로 하자. 먼저 어떤 기상요소를 기초자산으로 할 것인지, 그리고 행사기간을 어떻게 할 것인지를 정하여야 한다. 본 논문에서는 현재시점(t)를 2004년 1월 1일로 가정하고 세 가지 기상요소를 여름기간(5월 1일~9월 30일)과 겨울기간(11월 1일~3월 31일)으로 나누었다. 그리고 서울 기상요소와 가중 평균 기상요소에 대해 각각의 날씨옵션에 대한 가격을 결정해 보았다. 시뮬레이션에서 기초자산 가격 결정시 오차항은 추정된 모형의 표준편차에 표준정규분포를 갖는 난수를 곱하여 산정하고 이를 정해진 일정기간동안 누적시킨 값으로 한다.

만기시점(T_2)에서 임의의 반복회수 만큼 구해진 옵션가치에 대해 산술평균을 하여 만기시점에서의 평균적인 옵션가격을 구하고 1년 만기 국고채 수익률에 의해 연속복리로 미래의 만기시점(T_2)에서 현재시점(t)으로 현재가치와 하여 옵션가격을 결정하였다.

시뮬레이션을 통한 날씨옵션의 가격은 행사가격을 어떻게 하느냐에 따라 가격이 달라진다. 다음은 행사가격별로 옵션가격이 어떻게 결정되는지 보이고 있다. 표에서 굵은 글씨체의 숫자들은 기상요소에 대한 추정모형에서 오차항을 제외한 결정적 모형에서 추정되는 값을 행사가격으로 했을 때의 옵션가격을 나타낸 것이다. 기초자산은 앞서 설명하였듯이 일정기간, 즉 여름철(5월 1일~9월 30일)과 겨울철(11월 1일~3월 31일)기간동안 모형을 통해 추정된 기상요소값을 누적시킨 것으로 한다. 다음의 행사가격별 옵션가격은 50,000번의 시뮬레이션 결과 나온 값들을 요약한 것이다.

3.5.1 평균기온

현재 거래되고 있는 냉난방지수에 대한 날씨파생상품 역시 온도에 따라 결정되는 지수이며 날씨파생상품 수요자의 대부분을 차지하는 에너지회사들의 요구에 부합되도록 계량된 지수라고 할 수 있다. 본 논문에서는 평균온도자료를 바로 사용하여 옵션가치를 구하고 있다.

<표 3-13>에서도 알 수 있듯이 서울의 평균기온과 가중평균된 평균기온의 경우 여름철은 서울과 다른 광역시와의 평균온도 차이가 크지 않으므로 행사가격별로 비슷한 크기의 옵션 가격을 보이고 있는 반면 겨울철의 경우 비교적 따뜻한 중, 남부지방을 포함하고 있는 가중평균된 기온의 기초자산가격이 크므로 동일한 행사가격에서 서울에 비해 상대적으로 높은 Call 가격과 낮은 Put 옵션 가격을 나타내고 있음을 알 수 있다.

<표 3-13> 평균기온에 대한 행사가격별 옵션가격

여름철 평균기온 (5월 1일~9월 30일)					
서울			가중평균		
행사가격	Call	Put	행사가격	Call	Put
2600	862.6671	0	2600	852.4507	0
2800	669.5488	0	2800	659.4349	0
3000	476.3904	0.0007	3000	466.0111	0.0004
3200	284.1142	0.4263	3200	273.6485	0.2937
3400	107.2831	16.5539	3400	96.4677	16.707
3493.76	49.1482	48.8994	3483.01	45.5284	45.4813
3600	13.8499	116.5240	3600	9.6205	122.7302
3800	0.3284	296.0642	3800	0.1242	306.3304
4000	0	488.5911	4000	0	498.9391
4200	0	681.6558	4200	0	692.0324
겨울철 평균기온 (11월 1일~3월 31일)					
서울			가중평균		
행사가격	Call	Put	행사가격	Call	Put
-400	730.7715	0	-200	770.1733	0
-200	542.5323	0	0	581.5663	0
0	354.1468	0.0466	200	393.0055	0.0030
200	170.0088	4.5325	400	205.7443	1.3851
375.34	47.8522	47.8762	600	52.5464	36.8700
400	36.9889	60.2111	616.83	44.2705	44.0240
600	1.8208	312.5554	800	2.7890	175.3789
800	0.0161	400.2659	1000	0.0092	361.3970
1000	0	589.1480	1200	0	549.8184
1200	0	777.6523	1400	0	738.2878

3.5.2 일조시간

일조시간의 경우 평균기온과 같이 뚜렷한 계절적 특성은 보이지는 않지만 여름철 낮의 길이가 길기 때문에 상대적으로 큰 기초자산가격을 보인다. 또한 <표 3-14>에서 보듯이 서울의 일조시간과 가중 평균된 일조시간을 비교해 보았을 때 가중평균값이 상대적으로 아주 높다. 여름철 평균기온에서는 큰 차이가 없었던 것에 비하면 의미가 있는 것이라 할 수 있겠다. 일조시간은 운량과 직접적인 관련이 있다고 할 수 있는데, 이와 같은 차이는 서울에 비해 광역시가 연중 구름이 없는 맑은 날이 더 많았기 때문이라고 볼 수 있다. 따라서 동일한 행사가격을 비교해 볼 때 가중평균 일조시간에 대한 옵션가격 서울 일조시간 옵션가격에 비해 상대적으로 큰 Call 옵션가격과 작은 Put 옵션가격을 보인다.

<표 3-14> 일조시간에 대한 행사가격별 옵션가격

여름철 일조시간 (5월 1일~9월 30일)					
서울			가중평균		
행사가격	Call	Put	행사가격	Call	Put
300	253.7456	0	500	307.1610	0
400	157.1074	0.0000	600	210.5945	0
500	61.4538	0.7549	700	114.0190	0.0073
562.83	14.7084	14.6880	800	24.4509	6.9038
600	3.1923	39.0540	818.19	13.9665	13.9444
700	0.0010	132.3234	900	0.1403	79.1271
800	0	228.887	1000	0	175.4679
900	0	325.4854	1100	0	271.9990

겨울철 일조시간 (11월 1일~3월 31일)					
서울			가중평균		
행사가격	Call	Put	행사가격	Call	Put
200	280.3311	0	500	271.0386	0
300	186.0907	0	600	176.7978	0
400	91.9094	0.0570	700	82.5594	0.0801
497.36	14.3381	14.1663	787.46	13.46027	13.5418
500	13.0569	15.6023	800	8.4296	20.1219
600	0.0318	96.8553	900	0.0091	106.0966
700	0	191.0953	1000	0	200.3474
800	0	285.3011	1100	0	294.7248

3.5.3 풍 속

풍속은 계절성이 약하여 <표 3-15>에서 보듯이 여름철과 겨울철의 차이가 크지 않으며 겨울철의 풍속이 조금 더 크게 나타나고 있다. 사실, 태풍을 동반한 높은 풍속을 나타내는 기간은 여름철에 포함되지만 기간전체의 누적값으로 볼 때는 겨울철이 좀 더 높게 나오에 유의하여야 한다. 따라서 순간적인 높이 풍속에 의한 피해위험을 피하기 위해서는 날씨옵션 보다는 대재해 채권(Cat Bond)이나 보험상품을 통해 헤지하는 것이 적절할 것이다. 하지만 풍력을 이용한 발전과 같이 지속적인 풍속을 보이지 않을 경우 손실을 입는 산업에서는 이와 같은 풍속 옵션상품이 유용할 것으로 보인다.

<표 3-15> 풍속에 대한 행사가격별 옵션가격

여름철 풍속 (5월 1일 ~ 9월 30일)					
서 울			가 중 평 균		
행사가격	Call	Put	행사가격	Call	Put
230	69.5167	0	260	71.4739	0
250	50.2295	0	280	52.2026	0
270	30.8996	0.0013	300	32.8767	0.0014
290	12.1328	0.5290	320	14.0534	0.4866
302.02	3.8408	3.8494	334.06	4.1737	4.1877
310	1.1468	8.8423	340	1.9163	7.6200
330	0.0077	27.0064	360	0.0293	25.0429
350	0	46.2948	380	0	44.3465
370	0	65.6263	400	0	63.6305

겨울철 풍속 (11월 1일 ~ 3월 31일)					
서 울			가 중 평 균		
행사가격	Call	Put	행사가격	Call	Put
260	71.7812	0	280	65.9891	0
280	52.9010	0	300	47.1419	0
300	34.0715	0.0001	320	28.3082	0.0078
320	15.3974	0.1961	340	10.4050	0.9784
336.12	3.7258	3.7328	350.00	4.0635	4.0568
340	2.1821	5.8261	360	0.9586	10.3803
360	0.0221	22.5435	380	0.0063	28.2851
380	0	41.3639	400	0	47.1256
400	0	60.2525	420	0	66.0032

IV. 요약 및 결론

기상요소 중 어떠한 요소에 대한 옵션상품 개발이 가능할 지에 대해 먼저 살펴보고 날씨옵션상품에 대한 개발의 필요성을 확인하기 위해 주가지수에 대한 영향력 정도에 대해서도 분석해 보았다. 그리고 서울지역에 대한 평균기온, 일조시간, 풍속에 대한 날씨옵션상품 뿐만 아니라 특별시와 광역시의 기상요소에 대해 추계인구비율로 가중평균한 자료를 이용하여 우리나라 전체를 대상으로 하는 날씨옵션상품에 대한 가격도 결정해 보았다.

구체적인 분석과정은 다음과 같다. 먼저, 우리나라의 여러 가지 기상요소에 대해 요인 분석을 실시하여 몇몇 요인으로 축소시킨 후 날씨옵션 상품개발에 대한 필요성을 살펴 보기 위해 그 요인들과 종합주가지수 및 업종별 지수와 다중회귀분석을 통해 기상요인의 주가지수에 대한 영향력을 살펴 보았다. 그 결과 제조업과 유통업에서 온도요인에 대한 유의적인 t값을 얻을 수 있었으며 금융업의 경우 일조시간에 대해, 그리고 건설업과 유통업의 경우 풍속요인에 대해서 비교적 큰 t값을 얻을 수 있었다. 그리고 기상요소에 대한 주성분분석을 통한 나온 요인들의 성격을 대변할 수 있는 평균기온, 일조시간, 평균풍속을 대상으로 서울의 기상요소를 이용한 날씨옵션가격과 특별시와 광역시를 기상요인을 추계인구로 가중평균한 기상자료를 이용한 날씨옵션가격을 각각 결정해 보았는데, 기상요소에 대한 모형은 Alton, Djehiche, Stilberger가 제시한 평균온도에 대한 결정적 모형을 응용하여 확률과정을 갖는 오차항을 추가하여 미래 기상요소값들을 추정해 보았고 모형추정을 위한 적절한 자료기간의 선택은 Akaike정보기준과 Schwarz기준을 통해 결정하였다. 그리고 날씨옵션 가격결정시 미래 특정기간에 대한 기초자산 가치를 구할 때 추정모형의 오차항에 대해서는 모형의 표준편차와 표준정규분포를 가정한 난수를 이용해 구하였다.

온도의 확률모형에 관한 선행연구는 많은 편이나 일조시간이나 풍속, 강수량 등에 대한 연구가 부족한 편이다. 본 논문에서는 계절성과 선형추세를 가지 모형을 평균온도 뿐만 아니라 일조시간, 풍속에 까지 적용시켜 보았다.

우리나라의 경우 선진국에 비해 날씨의 경제활동에 미치는 영향에 대한 인식이 낮은 편이어서 날씨파생상품에 관한 연구 또한 미진한 편이다. 앞으로 보다 적절한 모형의 개발과 날씨 파생상품의 거래를 위한 인프라구축에 대해 더욱더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

1. 김규형, “장외날씨파생상품” *선물시장* 42호(2001), pp. 15-23
2. 유시용, “Weather Derivatives and Seasonal Forecast” 한국경영학회 2002년 하계 학술자료.
3. 이준행, “날씨파생상품과 그 가격결정에 대한 고찰”, *선물시장리뷰* 4호(2001), pp. 3-22.
4. 이준행, “날씨옵션상품의 가격결정에 대한 연구: CDD/HDD 지수 옵션을 중심으로,” *증권학회지* 제31집(2002), pp. 229-255
5. 신동호, “날씨파생상품과 손해보험회사의 활용방안” *손해보험* 9호(2000), pp. 33-38
6. Alaton, P., B. Djehiche, and A. Stilberger, “On Modelling and Pricing Weather Derivatives”, *Journal of Applied Mathematical Finance* (2002).
7. Cao, M. and J. Wei, “Pricing the Weather,” *Risk*, May(2000), pp. 67-70
8. David A. Hirshleifer, Tyler G. Shumway, “Good Day Sun shine :Stock Returns and the weather” *Journal of Finance*, vol 58(2003), pp. 1009-1032
9. Dornier, F. and Queruel, M. “Weather Derivatives Pricing : Caution to the Wind”, *Risk*, Weather Risk Special Report, August(2000), pp. 30-32
10. Sean D. Campbell, Francis X, Diebold, “Weather Forecasting for weather Derivatives” Brown University-Department of Economics and University of Pennsylvania(2003), working paper.

<Abstract>

A Study of Weather Option Pricing

: consideration of options development by weather element

Kim, Moo-Sung^{*} · Kim, Ji-Min^{**}

First, it is tried factor analysis to observe that options development for some factor among weather element is available. And attempted multi-regression analysis between factor score and stock index to confirm necessity of weather derivatives development.

Prior to pricing of weather options, it is very important to decide a stochastic model for weather element. Stochastic model for weather element is presumed adding error term that have stochastic process applying deterministic model about average temperature that Alton, Djehicle, Stilberger(2002) present. And selection of data period for model conclusion is decided through Akaike information criteria and Schwarz standard. After stochastic model is selected, drived theoretical price by monte carlo simulation

In this study, it is decided on weather options price against full Korea area using weigh-averaged weather data by estimated population of metropolitan city as well as weather data of a Seoul.

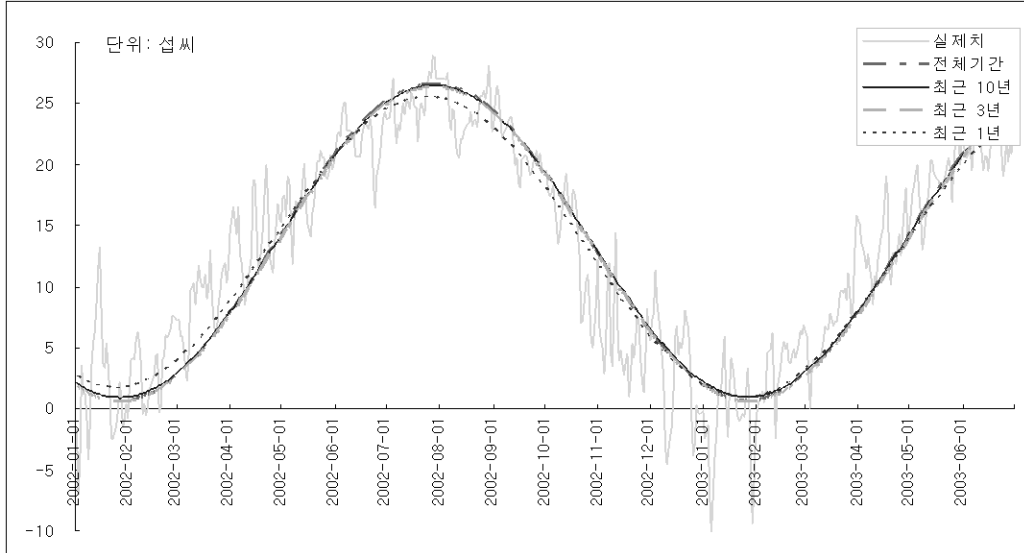
Key Words : weather derivatives, weather risk, weather option, factor analysis, multi-regression analysis, monte carlo simulation.

^{*} professor of business college, Pusan national university

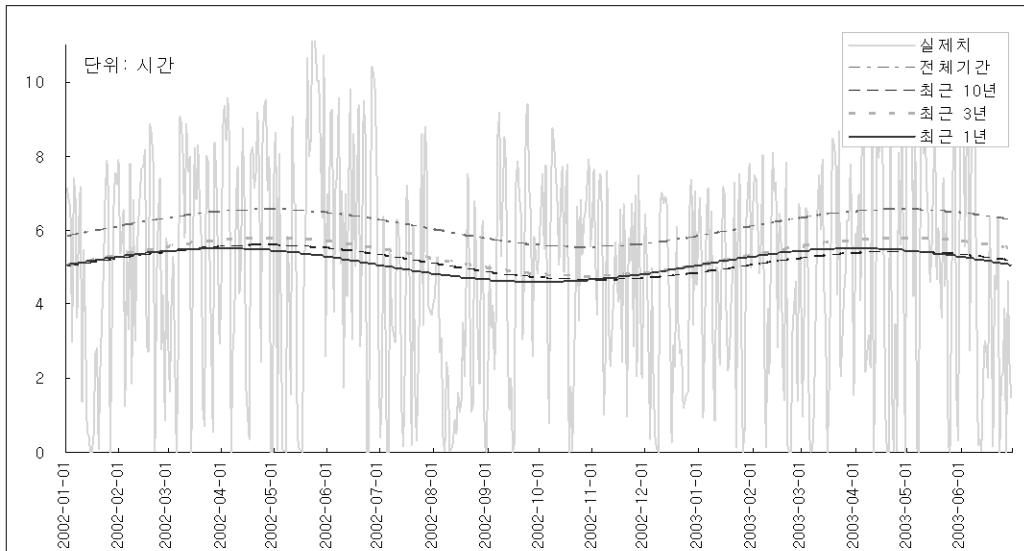
^{**} doctor's course in financial management, Pusan national university

< 부 록 - 1 > 가중평균 기상자료의 추정모형 그래프

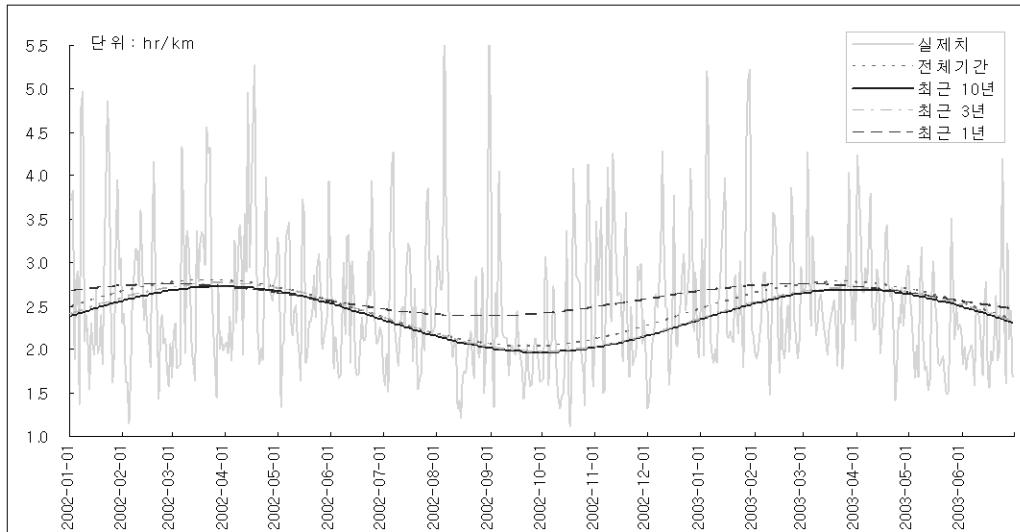
1. 평균기온



2. 일조시간

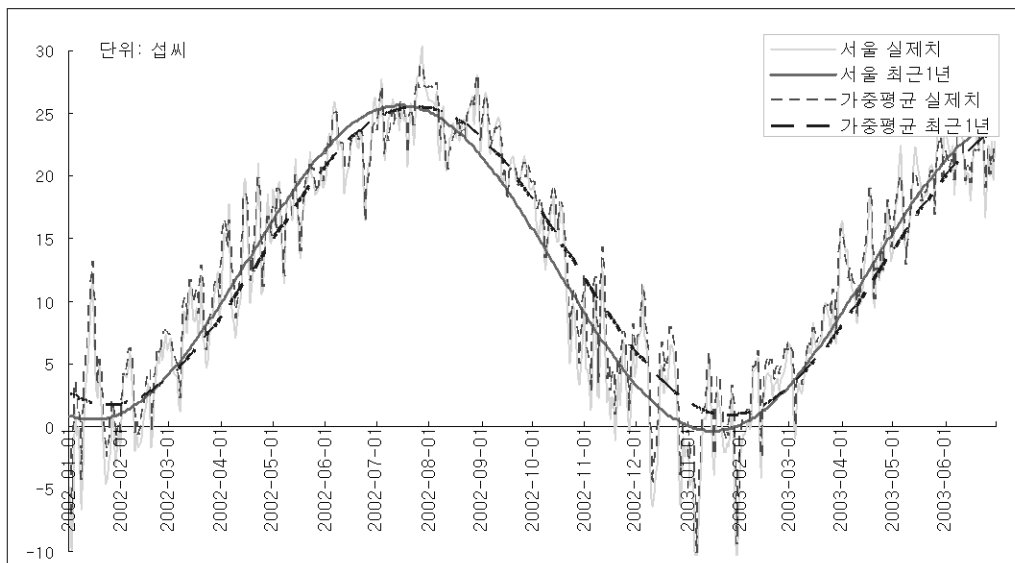


3. 풍 속

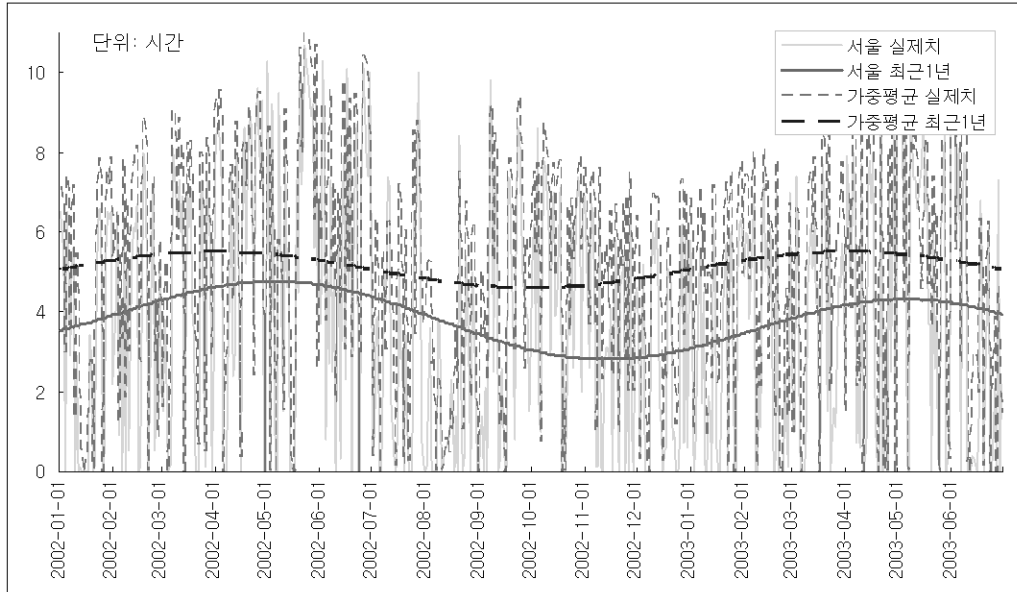


< 부록 - 2 > 서울과 가중평균 기상자료의 비교 그래프

1. 평균기온



2. 일조시간



3. 풍속

