

A Model on Price Forecasting of Natural Resources with Restricted Market

S. C. Shim* · S. J. Lee** · H. S. Oh*** · B. K. Kim** · O. J. Kim** · D. W. Shin**
S. N. Shin* · M. H. Cho** · Y. H. Jung** · I. C. Song** · J. H. Cho**†

*Department of Consulting, Graduate School Kumoh National Institute of Technology

**School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

***Dept. of IME, Hannam University

제한적 시장을 가지는 천연자원의 가격예측 모형에 관한 연구

심성철* · 이세재** · 오현승*** · 김병극** · 김옥재** · 신동원**
신승남* · 조명호** · 정연학** · 송인철** · 조진형**†

*금오공과대학교 컨설팅대학원

**금오공과대학교 산업공학부

***한남대학교 공과대학 산업경영공학과

Recently, the mineral resource protection policies and regulations in production countries of natural resources including rare metals are becoming more stringent. Such environment makes which market has malfunction. In other word, those are not perfect or pure market. Therefore because each market of natural resources have special or unique characters, it is difficult to forecast their market prices. In this study, we constructed several models to estimate prices of natural resources using statistical tools like ARIMA and their business indices. And for examples, Indium and Coal were introduced.

Keywords : Price Forecasting, Rare Metal, Natural Resources, ARIMA, Business Index

1. 서론

국제 광물자원의 가격은 증가하고 있으며, 변동성도 커지고 있다. 국제 광물자원의 가격상승은 물가상승 등으로 이어져 경제성장률이 둔화될 수 있다. 우리나라의 광물자원의 해외의존도는 2007년 기준 83.6%, 에너지자립도는 3.4%이며, 특히, 천연자원(석유, 회토류, 석탄) 등은 고갈성 자원이라는 점에서 문제의 심각성이 더 크다. 자원의 해외의존도가 높은 우리나라의 경우 선물시장의 역

할이 크다. 선물시장에서 유리한 입장을 확보하고, 낮은 가격의 자원구입을 위해서는 가격예측이 매우 중요하다.

본 연구는 선물시장에서 석탄가격을 예측한 최근 연구 결과를 소개하고, 천연자원의 가격예측 모형에 대해 살펴 보고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 가격예측 기법

가격예측에 사용되는 기법은 델파이법, 시장조사법, 전문가의견법 등 정성적 기법과 시계열 분석과 인과분석을

<Table 1> Basic Forecasting Technique[5]

Technique		Typical application	Accuracy ¹			
			Short term	Medium term	Long term	
Qualitative methods	Delphi methode	Forecast of long-range	3~5	3~5	3~5	
	Market research	Forecast of long-range	6	4	3~4	
	Panel consensus	Forecast of long-range	2~3	2~3	2	
Quantitative methods	Time series analysis	Moving average	Inventory control for low-volume	2~4	2	1
		Exponential smoothing	Product and inventory control	3~5	2~4	1
		Box-Jenkins	Inventory control for large-volume	5~6	2~4	1
	Causal methods	Regression Model	Causal relationship	4~5	4~5	2
		Econometric model	Causal relationship	4~5	5~6	4

¹Accuracy : 1. Very poor, 2. Poor, 3. Fair, 4. Good, 5. Very good, 6. Excellent

이용하는 정량적 기법으로 분류한다. 시계열 분석법은 이동평균법, 지수평활법, Box-Jenkins법이 있고, 인과분석법은 회귀분석법, 계량경제모형 등이 있다[5](<Table 1> 참조).

정성적 기법인 델파이 기법은 특정제품이나 수요대상에 대하여 전문가들이 개별적으로 예측한 결과는 피드백하여 다시 예측을 반복하는 방법이다. 정량적 기법인 이동평균법은 과거의 시계열자료를 일정기간을 대상으로 산술평균 또는 가중평균치를 구하며 계절 및 불규칙요인을 제거하는 기법으로 평균의 이동식으로 산출하는 방법이다. Box-Jenkins기법은 통합 자기회귀이동평균법(ARIMA : Autoregressive Integrated Moving Average)을 통칭하는 것으로써 계절변동이나 불규칙변동 등을 감안할 수 있는 방법이다. 대표적인 인과 기법인 회귀분석법은 예측변수들의 종속적 회귀방정식을 연립적으로 추정하고 회귀변수를 이용한 변수 간 상호관계를 토대로 경제활동, 수요량을 예측하는 기법이다[5].

2.2 가격예측의 방해요인

가격예측 기법은 일반적으로 과거에 존재했던 상황과 인과 관계가 미래에도 계속 존재할 것이라는 가정을 내포하고, 특히 가격예측은 과거 시장 상황이 미래에도 지속된다는 가정을 가진다[5, 6]. 따라서 인과 관계와 시장 상황이 이 가정과 상충되는 경우의 가격예측은 어긋날 수밖에 없다. 이런 경우는 대부분 시장의 실패에서 오고 대표적으로 시장 왜곡(market distortion)과 시장 오작동(market malfunction) 경우이다.

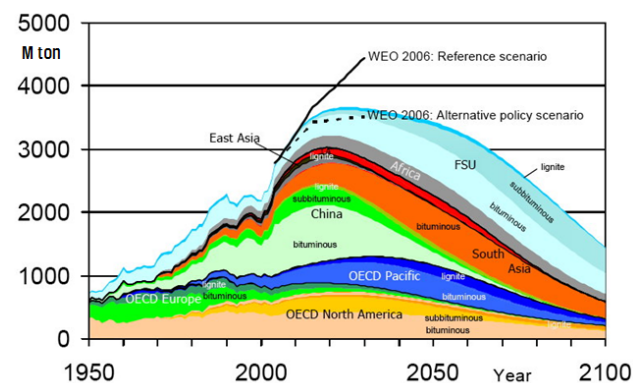
시장왜곡은 신고전주의 경제학 관점에서 시장이 완전 경쟁과 법적계약의 이행상태, 개인 소유권 조건 하에서 형성되는 시장청산가격(market clearing price)이 아닌 상당히 다른 가격에 도달하는 사건(event)을 말한다.¹⁾ 시장 오작동은 시장 시스템의 실패로 인식되고 있으며, 기존

의 시장 시스템의 결함으로 인하여 비정상적인 가격 상태가 비교적 장기간 나타나는 것을 의미한다.

과거 시장자료를 근거로 한 시계열 분석기법의 가격예측에 있어, 시장 왜곡과 시장 오작동은 가격예측의 방해요소로 이를 대처하기 위한 예측기법의 고려가 필요하다.

2.3 가격예측의 현황 : 석탄의 경우

석탄은 한정된 자원이며 매장량 9,840억 톤, 채굴가능년수가 227년으로 고갈에 대한 심리적 불안 고조되어 있다. 석유 다음으로 중요한 연료로서 전 세계 1차 에너지 수요의 27%를 차지한다. 신흥공업국의 경제발전으로 인하여 화석연료 중 석탄의 소비증가율이 크게 앞서고 있어 석탄가격의 상승요인으로 작용하고 있다(<Figure 1> 및 <Table 2> 참조).



Sources : Coal, resources and future production, Energy Watch Group, 2007.

<Figure 1> World-Wide Coal Mineral Amount

1) http://en.wikipedia.org/wiki/Market_distortion.

<Table 2> World-Wide Coal Demand Forecast
(Unit : Million ton)

Region/Country	2000	2007	2015	2030	2007~2030 Chg.
OECD	1084	1457	1417	1545	0.3
North America	835	868	863	918	0.2
US	778	811	801	857	0.2
Europe	306	270	215	189	-1.5
Asia Pacific	243	319	340	438	1.4
Oceania	240	316	339	438	1.4
Non OECD	1792	3129	4051	5435	2.4
Eastern Europe	306	361	375	477	1.2
Russia	167	209	232	334	2.1
Asia	1250	2484	3324	4546	2.7
China	928	1875	2575	3336	2.5
India	209	300	348	640	3.3
Indonesia	66	230	282	397	2.4
Middle East	1	2	2	3	2.8
Africa	187	205	241	279	1.4
Latin America	48	77	109	130	2.3
EU	306	268	207	162	-2.2
Total	3176	4586	5468	6980	1.8

Sources : IEA(2009), Key World Energy Statistics.

일반적인 석탄 가격의 예측변수로 GCI(global coal index)가 있다. 이 지수는 영국의 GlobalCOAL사가 제공하는 지수로 뉴캐슬의 석탄 선물시장과 거래량을 기준으로 지수평활법에 의해 산정되는 국제 석탄가격 지수이다[18].

2.4 선물시장

선물시장(先物市場)은 선물거래가 이루어지는 시장을 말하며, 수량이나 규격·품질 등이 표준화되어 있는 상품 또는 금융자산을 계약 시에 정한 가격으로, 장래의 일정 시점에 인수·인도할 것을 약속하는 거래가 조직화된 곳이다. 현재의 상품을 거래하는 현물시장(現物市場)에 상대되는 개념으로, 외환시장이나 상품거래소 또는 선물거래소 등이 있다.

선물 시장의 중요한 경제적 기능은 가격 변동의 위험을 이를 원하지 않는 헤저(hedger)로부터 이를 감수하면서 보다 높은 이익을 추구하려는 투기자로 이전을 가능하게 한다는 점이다. 또한 현재의 선물 가격이 미래 현물 가격에 대한 예시 기능을 수행함으로써 현재 시점에서 실수요자에 해당되는 생산자, 소비자 등 각 경제 주체들의 의사 결정에 커다란 영향을 미치고, 미래 가격 변동의 불확실성을 어느 정도 제거함으로써 현물 시장의 수요 공급에 영향을 미쳐 현물 가격의 변동을 안정화시키는 기능을 수행한다.2)

2) Basic 고교생을 위한 사회 용어사전, 신원문화사, 2006.

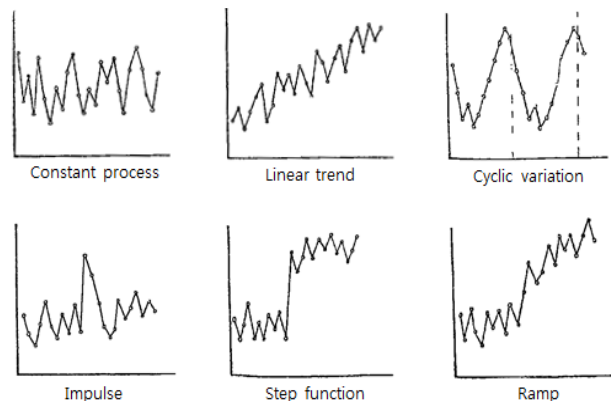
선진국에서는 19세기 말부터 옥수수·밀·콩·커피와 같은 농산물과 구리·금·은과 같은 금속, 원유와 같은 에너지 등의 상품선물을 중심으로 발전되어 왔으나 근대화 된 시장으로는 1948년에 개설된 시카고상품거래소(CBOT : Chicago Board of Trade)가 최초이다.

두산백과에 따르면, 한국 선물시장의 경우 1996년 5월 3일 한국증권거래소에서 주가지수선물의 거래가 시작되었고, 1999년 4월 23일 부산광역시에서 한국선물거래소가 개장되었다. 한국선물거래소에서는 미국달러통화선물, CD 금리선물, 금선물 및 미국달러통화옵션 등이 상장되어 거래되고 있으며, 1999년 9월부터는 국고채금리선물도 거래되고 있다.

3. 천연자원의 가격예측 모형과 운영절차 개발

3.1 ARIMA 기법을 이용한 가격예측

ARIMA 기법은 그 특성상 수립했던 예측모형이 일정 시점이 지나면 추세(trend)의 패턴이 바뀌기 때문에 더 이상 신뢰할 수 없게 되고 새로운 모형을 수립해야 한다. 그리고 예측 가능한 패턴(<Figure 2> 참조)이 한정되어 있어 한계점을 가진다. 따라서 기존에 사용해 오던 ARIMA의 데이터 패턴이 새로 수집되는 데이터의 패턴과 다르다면, 기존의 데이터는 ARIMA 모형 수립에 사용이 불가하며 새로 데이터를 축적하여 모형을 재수립해야 한다. 따라서 ARIMA의 가격예측 모형을 유지하기 위해서는 모형의 확립과정-모형의 식별, 모형의 추정, 모형의 진단의 일련의 과정을 반복적으로 수행할 필요가 발생한다[6].



<Figure 2> ARIMA Model Forecastable Pattern

그러나 가격예측에 있어서 단순히 추세 패턴의 변화만으로 모형을 바꾸는 것은 그 타당성을 뒷받침할 증거가 필요하며 이러한 타당성의 증명 없이 모형을 변화시

키는 것은 또 다른 예측 오류를 가져올 가능성을 가지게 된다. 따라서 개발된 가격예측 모형을 반복적으로 재수립하는 경우라면 그 모형 변경의 타당성을 뒷받침할 방법 또한 모형개발과 함께 체계적으로 개발되어야 한다.

3.2 가격예측 모형 수립

ARIMA를 이용한 가격예측은 통계적 방법을 통한 장기예측 모형으로 개발해 가는 과정으로 의미가 있기 때문에 미래변수의 발굴이 중요한 요소가 된다. 그리고 시장왜곡이나 시장 오작동이 발생한 구간은 이 구간 데이터를 제외 후에 분석하여야 적절한 예측결과를 가져올 수 있다.

본 연구에서는 석탄 등을 비롯한 세계적 경기변동에 영향을 받는 천연자원의 ARIMA 모형 가격예측을 위해서는 경기선행지수의 추세를 활용하고자 한다. OECD의 CLI (composite leading indicator)를 특정 천연자원에 대한 국가별 소요량으로 가장 평균한 새로운 변수, TCLI를 이용하여 ARIMA 가격예측 모형을 유지·보정하고자 한다. 새로운 변수 TCLI는 다음과 같이 정의된다.

TCLI : 해당자원의 국가별 소요량 가중평균

$$TCLI = \frac{\sum_{i=1}^n rw_i \times rcli_i}{\sum_{i=1}^n rw_i}$$

where, *rw* : Regional Demand

rcli : Regional(OECD) CLI(composite leading indicator)

i : Region(OECD)

TCLI 기반의 통계적 분석과 ARIMA 기법을 통한 가격예측 모형을 수립하기 위해서는 다음의 단계들을 따른다.

Step 1 : 단기 및 장기 예측 모형 수립

- TCLI 기반의 통계적 분석과 ARIMA를 통한 자원가격의 단기적 예측모형 수립
- TCLI 기반의 통계적 분석과 회귀분석을 통한 자원가격의 장기적 예측모형 수립
- 시장왜곡이나 시장 오작동이 발생한 구간으로 간주될 경우 해당 구간 데이터를 제외 후 분석 실시

Step 2 : 수립된 모형의 타당성 검토

- 예측된 TCLI의 추세와 자원가격의 추세가 일치하는지 목적법으로 확인

3.3 모형 재수립 또는 유지

ARIMA 기법에 의해 수립된 가격예측 모형은 이 기법의 단점을 극복하기 위해 목적법에 기반을 둔 장기적 예측이 가능한 모형 수립과 반복적인 모형확립 과정을 일관하는 ‘모형의 운영절차’가 필요하다.

제 3.2절의 Step 2에서 예측된 TCLI의 추세와 자원가격의 추세가 일치하지 않기 시작한다면, 향후 자원가격 추세의 변화가 발생할 것으로 가정하여 단기예측모형의 재수립이 필요하다. 이러한 가격예측 모형의 유지·보정 방법은 천연자원의 ARIMA 모형 가격예측에 공통적으로 적용 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 이 유지·보정 Step들을 토대로 <Figure 3>의 예측모형 운용절차를 확립하였다. 이 운용절차는 단기예측모형과 장기예측모형이 모두 구축된 상태를 전제로 하여 운영한다. 아래는 운영절차에 판단점 표시된 Gate ①과 Gate ②, Gate ③에 대한 설명이다. 여기서 PNRI(price index of natural resources)는 자원가격에 지표로 주로 선물시장의 가격지수를 활용한다.

Gate ① TCLI와 PNRI의 경향이 일치하는가?

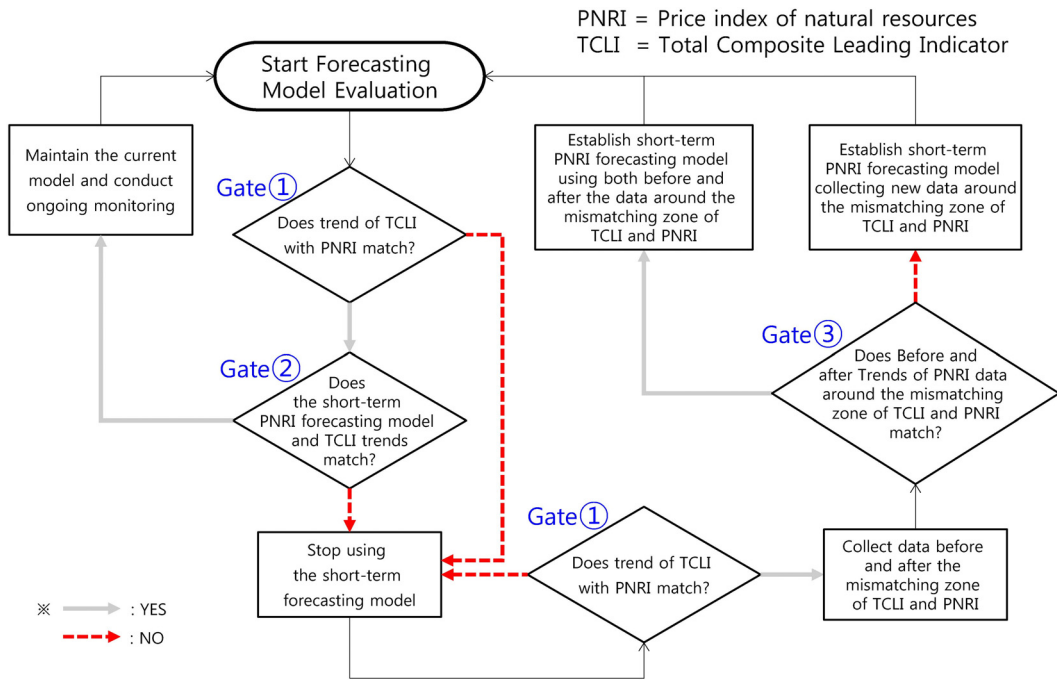
기존 단기예측모형의 유효성을 판단하는 첫 번째 절차로 TCLI와 PNRI의 추세의 유사성을 확인한다. 경기지수와 자원의 가격 추세가 상이한 경우는 단기 예측 모형의 보정이 불가피하다. 두 인덱스 추세의 방향이 상이한 경우에는 예측모형의 사용을 중지하고 다음 절차로 진행한다.

Gate ② TCLI와 PNRI 단기예측모형의 경향이 일치하는가?

절차의 두 번째 Gate로 수립된 단기예측모형의 예측과 TCLI의 경향을 비교한다. 가격예측의 추세가 경기선행지수의 추세가 상이한 경우 예측모형의 재수립이 필요하다.

Gate ③ TCLI와 PNRI의 경향이 다른 구간을 중심으로 전후 데이터의 경향이 일치 하는가?

절차의 세 번째 Gate는 예측모형의 보정과정의 일부로 새롭게 수집한 자료에 대한 유효성을 판단하는 단계이다. TCLI와 PNRI의 경향이 다른 구간을 중심으로 데이터의 경향을 파악한다. 전후 데이터의 경향이 일치하는 경우는 전후 데이터의 모두 이용하여 PNRI 단기예측모형 보정하고, 그렇지 못한 경우는 경향이 다른 구간의 데이터를 새로이 수집하여 PNRI 단기예측모형 수립한다.



<Figure 3> Forecast Model Management Procedures

4. 예측모형 개발 및 운영절차 적용 사례

4.1 천연자원의 단기 가격예측 모형 개발 : 석탄가격예측 사례

천연자원 가운데 석탄을 사례로 ARIMA 가격예측 모형을 수립하였다. 석탄가격지수는 GCI를 활용하여 자료의 수집은 2006년 06월부터 2012년 05월까지를 대상으로 자료를 수집하였다. GCI에 CPI(consumer price index)를 월별로 평균값을 사용하여 경상가격을 산출하고, GNP deflator로 불변가격으로 변환하였다.

<Table 3>의 주요국의 석탄수입량 비중을 고려한 경기종합변수 TCLI는 석탄수요에 적합화 된 예측변수로 사용한다. TCLI 산출식은 아래와 같다.

<Table 3> Regional Coal Demand

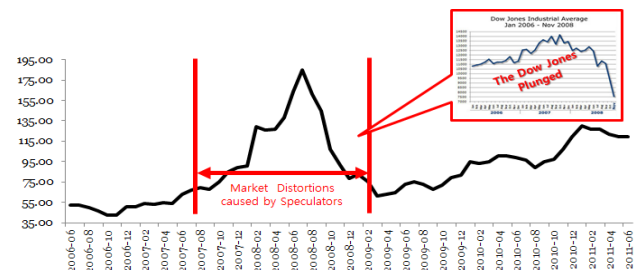
Imports		Consumptions	
Europe	21%	China	46%
Japan	18%	USA	13%
China	17%	Europe	12%
Korea	11%	India	9%
India	9%	Russia	3%
Rest of above	24%	Rest of above	16%

Sources : <http://daily.sightline.org/2011/12/15/some-basic-facts-about-coal-exports>.

$$TCLI = Europe \times \frac{0.21}{0.76} + Japan \times \frac{0.18}{0.76} + China \times \frac{0.17}{0.76} + Korea \times \frac{0.11}{0.76} + India \times \frac{0.09}{0.76}$$

where, Europe, Japan, China, Korea, India : Regional CLI

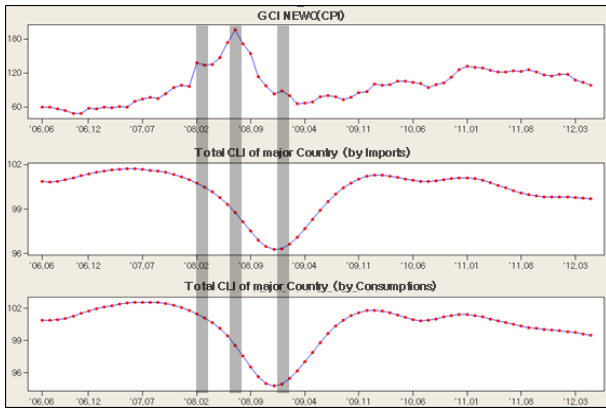
수집된 자료는 <Figure 4>과 같이 나타내었다. 여기서 보면 2007년 말 미국의 서브프라임모기지 사태로 인하여 글로벌 금융위기가 발생한 시기-2007년 6월부터 2009년 2월까지의 자료는 다우지수의 급락한 이상 현상 발생구간으로 투기세력에 자원 시장왜곡 구간으로 확인된다. 따라서 ARIMA 예측 가능 패턴이 아니므로 자료에서 제외하였다.



<Figure 4> Trend of Coal Prices

석탄가격의 단기 예측은 정확하였지만 그 후로는 예측치와 실적치와의 괴리가 커진다. 석탄의 세계채굴 가능량이 2040년까지 증가되어 안정하다면(<Figure 1> 참조),

석탄가격에 영향을 주는 주요변수로 경기변동을 가정하고 <Figure 5>를 통해 경기변동에 따라 석탄가격이 영향을 받는다는 것을 확인하여 장기 가격예측 모형을 확립하였다.



<Figure 5> Trend Analysis of Coal Demand and TCLI

4.2 천연자원의 단기 가격예측 모형 개발 : 인듐가격예측 사례³⁾

인듐의 가격예측 모형을 개발하기 위해, 수집된 인듐 가격 전체 데이터 중 2002년 이전 데이터와 이상구간 데이터를 제외하고 1, 4, 7, 10월의 3개월 간격으로 데이터를 선택, US CPI를 참고하여 2000년 기준의 불변가격으로 계산하여 회귀분석을 실시하였다. 인듐가격은 Logistic Regression의 모형으로 가정하고, 아래 수식에서 독립변수를 x부터 x+4까지 변화시켰다.

$$y = a + \log(x + d)$$

<Table 4> Regression Analysis of Indium Price

Argument	Variable	Coefficient	SE Coef	T	P
x	Constant	-64.64	56.36	-1.15	0.271
	log(x)	171.37	27.31	6.27	0.000
	S = 83.4748 R ² = 73.8% R ² (adj.)= 71.9%				
x+1	Constant	-200.97	65.61	-3.06	0.008
	log(x+1)	221.99	30.07	7.38	0.000
	S = 73.6865 R ² = 79.6% R ² (adj.) = 78.1%				
x+2	Constant	-327.10	74.71	-4.38	0.001
	log(x+2)	264.85	32.60	8.13	0.000
	S = 68.1758 R ² = 82.5% R ² (adj.) = 81.3%				
x+3	Constant	-450.24	83.87	-5.37	0.000
	log(x+3)	304.30	35.07	8.68	0.000
	S = 64.5378 R ² = 84.3% R ² (adj.) = 83.2%				
x+4	Constant	-572.66	93.16	-6.15	0.000
	log(x+4)	341.82	37.53	9.11	0.000
	S = 61.9422 R ² = 85.6% R ² (adj.) = 84.5%				

3) 금오공과대학교 품질경영 및 평가공학연구실에서 2010년에 보고한 연구결과이다.

회귀분석에 의한 인듐 가격예측 결과는 <Table 4>과 같다.

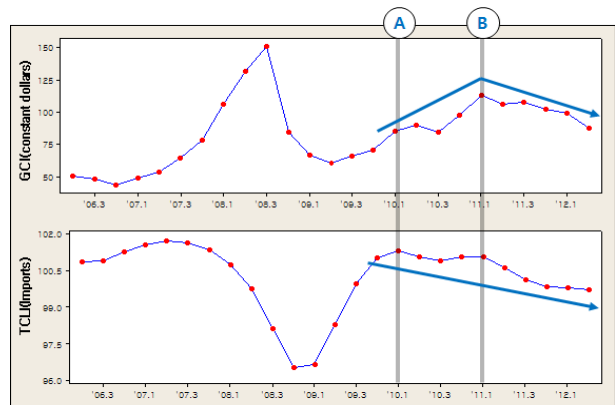
4.3 운영절차에 따른 예측모형의 유지·보정⁴⁾

운영절차(<Figure 3> 참조)에 따라 단기예측모형의 유지 또는 보정여부를 판단한 것으로 석탄가격의 단기예측 모형 수립 사례이다. PNRI로는 석탄가격 지수인 GCI를 활용하였다.

Gate ① TCLI와 GCI의 경향이 일치하는가?(<Figure 6> 참조).

판독 : A시점에서 GCI는 계속 상승세이나 TCLI는 상승을 멈춤. B시점까지 TCLI는 서서히 감소하기 시작했으며 B시점 이후로는 크게 감소하여 최종적으로 A시점보다 낮아짐. 반면에 GCI는 B시점까지 계속 증가해 오다가 B시점부터 감소하기 시작하였음.

결론 : A시점 전후로 TCLI와 GCI의 경향 차이를 의심해야하며, 늦어도 B시점 전후로는 TCLI와 GCI의 경향이 완전히 상반 되므로 다르다고 판정함.



<Figure 6> Trend Reading of TCLI and GCI

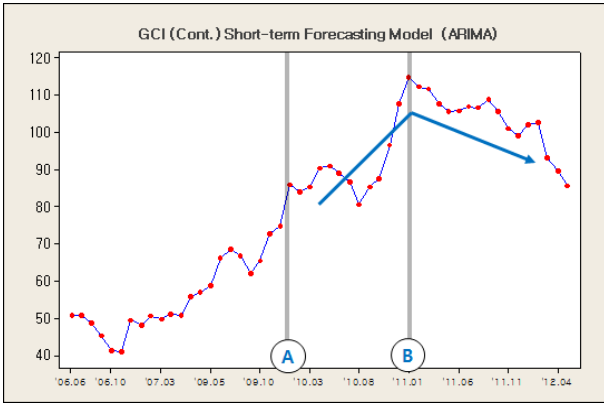
Gate ② TCLI와 GCI 단기예측모형의 경향이 일치하는가? (<Figure 7> 참조)

판독 : A시점에서 GCI단기예측모형은 계속 상승세이나 TCLI는 상승을 멈춤. B시점까지 TCLI는 서서히 감소하기 시작했으며, B시점 이후로는 크게 감소하여 최종적으로 A시점보다 낮아짐. 반면에 GCI는 B시점까지 계속 증가해 오다가 B시점부

4) 금오공과대학교 품질경영 및 평가공학연구실에서 2012년에 보고한 연구결과이다.

더 감소하기 시작하였음.

결론 : A시점 전후로 TCLI와 GCI의 경향이 다르다고 판정가능 하며, 늦어도 B시점 전후로는 TCLI와 GCI의 경향이 완전히 상반 되므로 다르다고 판정함.



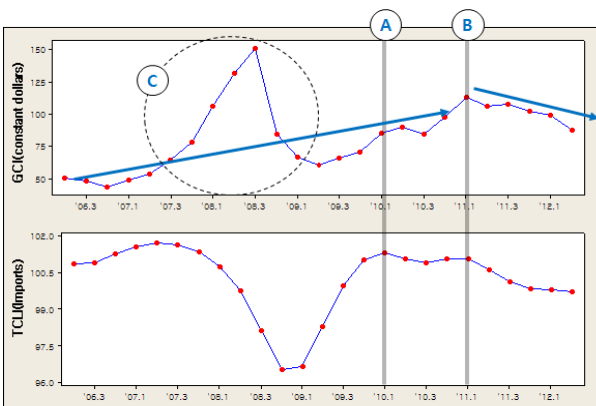
<Figure 7> Trend Reading of TCLI and GCI Forecasting

Gate ③ TCLI와 GCI의 경향이 다른 구간을 중심으로 전 후 데이터의 경향이 일치 하는가?, <Figure 8>

가정 : A시점에서 B시점 전후 사이로 GCI단기예측모형 사용이 중단되었음.

판독 : GCI 단기예측모형이 중단된 구간을 전후의 경향이 다름.

결론 : GCI 단기예측모형이 중단된 구간을 전후의 경향이 다르기 때문에 기존에 사용되던 데이터를 제외하고 새로이 데이터를 축적해서 GCI 단기예측 모형을 수립해야 함. 이를 판정할 때는 기존에 이상점으로 제외되었던 구간(C구간)은 제외시키고 처리하는 것이 유리함.



<Figure 8> Trend Reading of TCLI and Before and after GCI Trends

5. 결론

본 연구는 석탄, 인듐 등 천연자원의 선물가격은 세계적 경기변동에 영향을 받는 품목으로 ARIMA 모형 가격 예측에 있어서 추세의 변화를 판정하고 이를 통한 예측 모형의 보완하는 과정을 체계화하는 데 그 의의를 가진다. 품목별 종합경기선행지수인 TCLI의 추세 분석을 활용하여 기존 개발된 장기예측 및 단기예측 모형의 재수립 시기 및 예측모형 사용가능 여부 판단할 수 있는 예측모형 운영절차를 도출하였다.

또한 본 연구는 석탄 가격예측 모형의 개발을 실시한 과정을 예시로 ARIMA 모형으로 경기변동의 큰 흐름을 담아서 새로운 석탄가격을 예측모형을 개발하는 과정을 제시하였다.

실지 선물시장에 대한 미래 가격의 예측은 상당히 어렵다. 하지만 제한적이지만 꾸준한 연구에 의해 근접하거나 유효한 가격예측은 가능하다. 이러한 예측 연구는 자원이 부족한 우리나라의 더욱 발전시켜야할 필요가 있고, 특히 IMF사태를 지나며 해외자원 개발에 나선 우리나라의 상황에서 더욱 중요하다고 하겠다.

Acknowledgement

This study has been supported by a Research Fund of Kumoh National Institute of Technology, Korea.

References

- [1] Andersen, T.G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., and Labys, P., Modeling and Forecasting Realized Volatility. *Econometrica*, 2003, Vol. 71, p 529-626
- [2] Best, Dennis and Ellina Levina, Facing China's Coal Future, OECD/IEA, 2012.
- [3] Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., Time Series Analysis : Forecasting and Control, 2nd edition, San Francisco : Holden-Day, 1976.
- [4] BP, BP Statistical Review of World Energy 2013.
- [5] Chambers, J.C., Mullick, S.K., and Smith, D.D., How to choose the right forecasting technique, *Harvard Business Review*, 1971, p 45-74.
- [6] Cho, J.H. and Seo, B.C., Long-term Demand Forecast by Time-series Model A Case study, *Journal of Industrial Technology Research Institute*, Vol. 1, Kumoh National Institute of Technology, 1985.
- [7] IEA, World Energy Outlook, 2012.
- [8] Jung, D.M. and Yoon, J.S., The Analysis of Demand

- Forecasting using Minitab, Eretec Inc., 2007.
- [9] Jung, J.H. and Choi, H.W., Influence and Implications of the Domestic industry according to the New Coal futures market listing, CEO Report, POSERI, 2009.
- [10] Kang, D.J. and Kim, B.H., Empirical Approach to Price Modeling in Electricity Market based on Stochastic Process. *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, 2010, Vol. 24, No. 4, p 95-102.
- [11] Kim, H.M. and Chung, B.H., A Study on Demand Forecasting Model of Domestic Rare Metal Using VECM mode. *Journal of the Korean society for Quality Management*, 2008, Vol. 36, No. 4, p 93-101.
- [12] Kim, H.M., A Study on the Establishment of Demand Forecasting Model for Domestic Stored Rare Metal Considering Nonstationary Time Series, PhD thesis, Soongsil University, 2009.
- [13] Kim, J.H. and Kwon, S.H., World Coal Supply and Metallurgical Coal Price Forecast 2010, Korea Energy Economics Institute, 2009.
- [14] Lee, W.W., Time series analysis : Statistical methods for forecasting, Freeacademy, 2011.
- [15] Park, S.J., The Expectation of the Loss rate for Process Industries Using the X-12 ARIMA, Master Thesis, Kumoh National Institute of Technology, 2004.
- [16] Pindyck, R.S. and Rubinfeld, D.L., *Econometric Models and Economic Forecasts*, 4th edition, McGraw-Hill, 1998.
- [17] Ryu, S.R., Direction and Implications of Global resource wars, CEO Report, POSERI, 2008.
- [18] Shin, D.W., A Price Forecasting Model in Coal Futures Market by ARIMA, Master Thesis, Kumoh National Institute of Technology, 2013.
- [19] Tsay, R.S., *Analysis of Financial Time Series*, Wiley-Interscience, 2005.