

자원 수급 및 가격 예측 -니켈 사례를 중심으로-

Resource Demand/Supply and Price Forecasting -A Case of Nickel-

정재현*
Jung, Jae-Heon*

Abstract

It is very difficult to predict future demand/supply, price for resources with acceptable accuracy using regression analysis. We try to use system dynamics to forecast the demand/supply and price for nickel. Nickel is very expensive mineral resource used for stainless production or other industrial production like battery, alloy making. Recent nickel price trend showed non-linear pattern and we anticipated the system dynamic method will catch this non-linear pattern better than the regression analysis. Our model has been calibrated for the past 6 year quarterly data (2002-2007) and tested for next 5 year quarterly data(2008-2012). The results were acceptable and showed higher accuracy than the results obtained from the regression analysis. And we ran the simulations for scenarios made by possible future changes in demand or supply related variables. This simulations implied some meaningful price change patterns.

Keywords: 수급 예측, 가격 예측, 시스템 다이내믹스, 광물 자원, 니켈
(Demand/Supply Forecasting, Price Forecasting, System Dynamics, Mineral Resources, Nickel)

* 포스코 경영연구소 연구위원 (jhjung@posri.re.kr)

I. 서론

광물자원에 대한 수급 및 가격 예측은 해외 및 국내 투자 기관에서 주로 계량경제학적 분석에 의한 방법이 시도되고 있다. 그러나 최근 국제적으로 원자재 가격이 급등과 급락을 거듭하면서 분석의 정확도에 대해 회의적인 시각도 있다.

본 논문은 주로 선형의 방정식 체계로 이루어지는 계량 경제학적인 방법에 의한 수급 및 가격 예측을 현실의 모사에 보다 충실한 시스템 다이내믹스에 의한 방법으로 바꾸어보았다. 시스템 다이내믹스 기법은 최근과 같이 비선형적인 가격 급등락 등의 상황을 보다 충실하게 반영할 수 있고 또 많은 비선형적인 상황 변화를 포함한 미래의 보다 다양한 시나리오에 대한 분석을 가능하게 한다.

국내외에서 수급 예측 또한 가격 예측에 대한 시스템 다이내믹스 기법의 적용에 대한 논문은 의외로 많지 않으며 곽상만 et al(2002), 정석재 et al(2005) 정도가 눈에 띈다. 비철금속 수급 및 가격에 대한 회귀분석적 방법에 의한 접근은 다수가 있으나 본 논문은 IMF(2006)의 내용을 많이 참조하였다.

많은 자원 중에서도 본 연구는 지난 1년간 특히 심한 가격 급등과 급락을 가져온 니켈의 수급 및 가격 변화에 대하여 시스템 다이내믹스 방법에 의한 예측을 시도하였다. 니켈은 건축 자재, 양식기, 자동차 등에 많이 쓰이고 있는 스테인리스의 원료로 쓰이며 특히 고가의 원자재로서 톤당 3000만원 근처(2008년 1월 16일 현재 런던비철금속거래소(LME) 현물 거래가격 톤당 26,705달러)에서 거래되고 있는 비철금속이다. 특히 몇몇 국내 철강사에서 전략제품으로 육성하고 있는 스테인리스 제조원가의 60% 이상을 니켈 구매비가 차지하고 있어 니켈 가격의 예측은 매우 중요한 일이 되고 있다.

2장에서 본 연구는 먼저 니켈 수요에 영향을 주는 요인을 설명하고 다음 니켈 공급, 최종적으로 니켈 가격에 대해 모형 구성을 시도하였다. 3장에서는 시뮬레이션 결과에 대해 과거 데이터로 검증하였다. 4장에서 이 모형을 이용하여 몇 가지의 니켈 수요 및 공급, 기타 요인들의 변화에 의해 초래되는 니켈 가격 변화에 대한 분석을 시도하였다.

II. 니켈 수급 및 가격 모형 구성

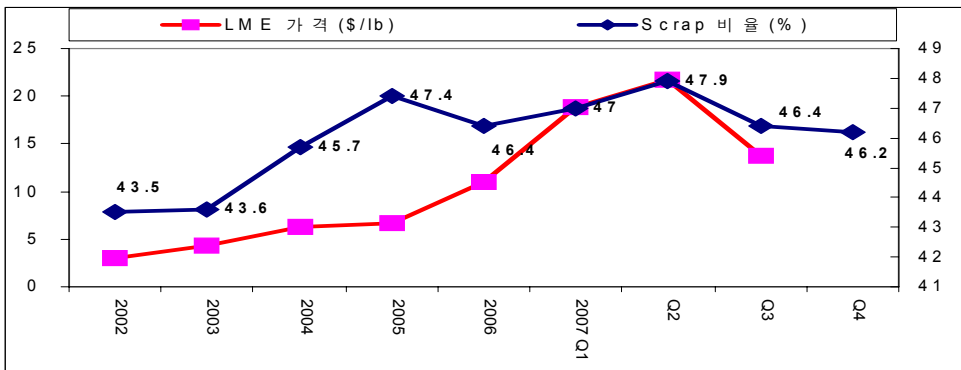
1. 니켈 수요 영향 요인 모형

니켈 수요는 크게 스테인리스 용도 니켈 수요와 비 스테인리스 용도 수요로 나뉘어지며

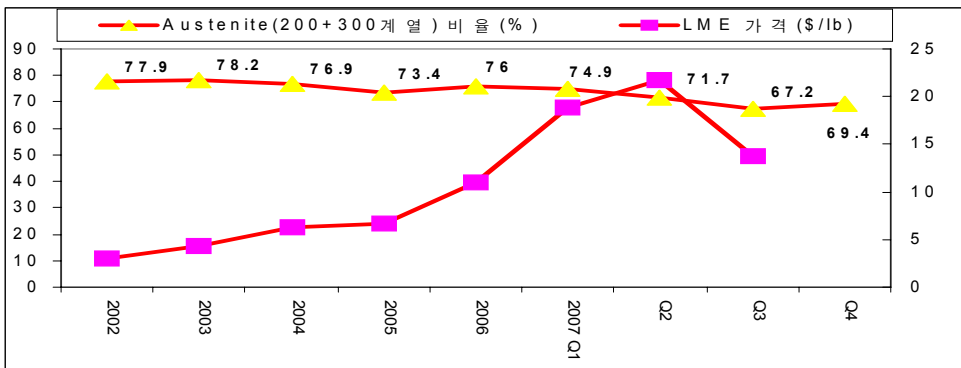
스테인리스 용도 니켈 수요는 니켈 수요의 가장 큰 비중(67%, 2006년 기준)을 차지한다.

비 스테인리스 용도 수요는 대부분 산업용도로서 니켈 합금, 주물, 전지 등에 쓰이며 산업 생산이 증가하면 비 스테인리스 용도 수요가 늘어나는 것이 보통이다. 스테인리스 용도 니켈 수요는 니켈을 사용하는 계열(Austenite, 200계+300계) 스테인리스 생산에 쓰인다.

한편 니켈 가격이 올라가면 니켈이 포함된 스테인리스 스크랩으로 니켈 정광 수요(primary nickel)가 대체되어 감소한다. 또한 니켈 가격이 상승할 때는 니켈을 사용하지 않는 비니켈계 스테인리스 생산 비중이 증가하는 경향을 보인다(그림 1, 2 참조). 이러한 사실들은 후술하는 니켈 수요 모형에서 가격 상승에 따라 니켈 수요가 감소되는 것으로 반영된다.



[그림 1] 니켈 가격과 스테인리스 생산에 있어서 스크랩 소비 비율(자료: Eramet(2007))



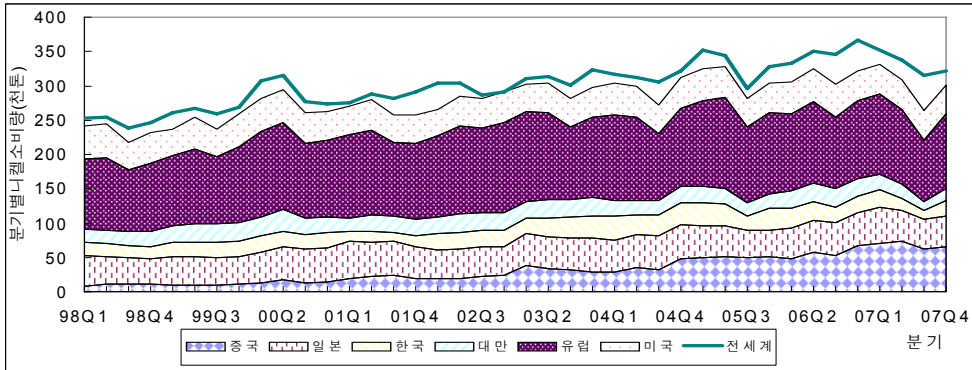
[그림 2] 니켈 가격과 비니켈계 생산 비율(Austenite 비율; 자료원: Eramet(2007))

한편 전 세계적으로 스테인리스 생산의 대부분은 미국, 서유럽(EU 15개국), 중국, 일본, 한국, 대만에서 이루어지며 그 비중은 [그림 3]에 잘 보여진다. 그림에서 보듯이 니켈의 90% 안팎이 이들 6개 지역에서 소비되어 왔다. 따라서 세계 전체의 니켈 수요를 모형화하기 위해서 우리는 이들 6개 지역의 니켈 수요를 우선 모형화하고 기타 지역의 수요를 반영하기 위한 일정한 비율(타 지역 소비감안 가중치: 가장 최근 실측치인 1.18793을 사용)을 곱하여 전 세계 지역별 니켈 수요를 모형화하였다.

모형은 통계적 정확도를 기하기 위해 각 지역의 니켈 수요와 니켈 가격, 스테인리스 생산 및 후술하는 니켈 가격과 수요/재고 비율, 환율들의 관계식은 연립 방정식 회귀 방정식 모형들 중 가장 높은 설명력을 보인 모형에서 출발하였다. 회귀방정식 모형은 다음 절부터 상세히 설명되겠지만 시스템 다이내믹스 모형과 동일한 가정에서 출발한다. 우선 니켈 가격은 세계 니켈 수요/니켈 재고 비율 및 환율에 의해 결정된다. 또 지역별 니켈 수요는 니켈 가격 및 지역별 스테인리스 생산량 및 산업생산지수의 영향을 받게 구성되었다. 따라서 회귀 분석 모형은 니켈 가격 및 각 지역별 니켈 수요를 동시에 고려하는 연립 방정식 모형으로 [표 1]과 같이 구성된다.

그런데 후술되는 니켈 가격 모형에서 니켈 재고와 세계 니켈 수요비가 비선형(지역별 니켈 수요*기타 지역 수요비율/니켈 재고)으로 표시되어(비선형은 선형 회귀 모형에서 취급 불가) 이 비율(stratio)을 회귀방정식 모형에서는 니켈 가격을 예측하는 외생변수로 취급하였다. 시스템 다이내믹스 모형에서는 이 비율이 자생(self-generating)된다. 즉 재고는 자생되는 수요와 공급에 의해 생성되고 다시 이 재고와 수요에 의해 비율이 생성된다. 이러한 차이로 인하여 회귀방정식 모형의 계수들을 그대로 사용할 수 없고 다만 시스템 다이내믹스 모형에서 시작되는 캘리브레이션(Calibration)의 시작점으로서만 참고하였을 뿐이다. 즉 이들 시스템 다이내믹스 모형의 각 관계식의 계수들은 회귀방정식 모형(표 1을 참조)의 것에서 출발하여 캘리브레이션 방법을 통해 실제치와 오차를 최소화하는 방법을 통해 수정되었다. 그 결과로 얻어진 각 지역별 분기별 니켈 소비 및 가격 모형의 계수 값들은 [표 1]에 표시되어 있다.

오차를 최소화할 때 쓰이는 오차의 척도는 나중의 결과를 검증하는데도 이용되는데 우리는 일반적으로 널리 알려진 다음과 같이 계산되는 MAPEs(절대평균오차비율, Mean Absolute Percentage Error)을 사용하였다. $MAPEs = \sum_{i=1}^N |(y_i^P - y_i^A)/y_i^A| / N * 100$,로 계산되는데 여기서 y_i^P 는 표본기간에 대해 모델의 해에 의해 예측되는 i 번째 내생변수이며 y_i^A 는 i 번째 실제 관측된 변수이다.



[그림 3] 6개 지역 및 전세계 분기별 니켈 수요(자료원: Eramet)

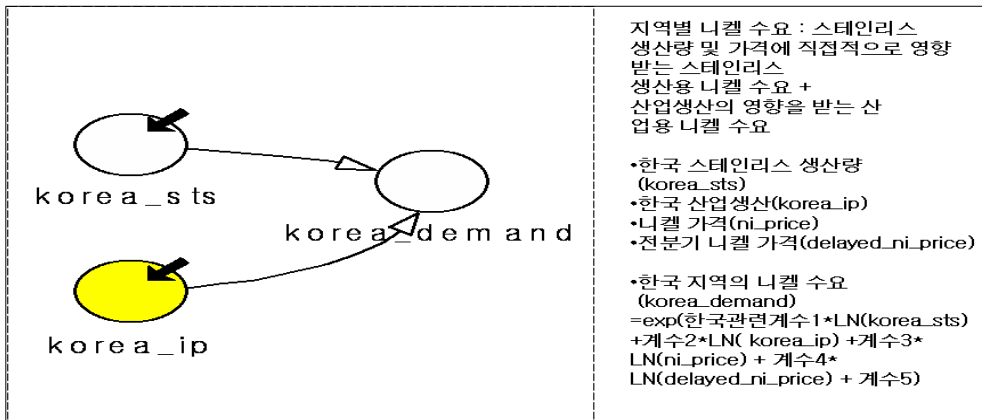
회귀 방정식 모형에 의한 추정은 2002년 1분기에서 2007년 3분기까지의 실적치를 대상으로 이루어졌다. 이 [표 1]에서 보듯이 지역별 니켈 수요는 지역에 따라 두 유형으로 구분된다.

먼저 중국, 서유럽, 한국, 대만의 경우(유형 1의 소비 모형) [그림 4]에서 보듯이 스테인리스 용도 니켈 수요는 스테인리스 생산에 직접적인 영향을 받고 동시에 니켈 가격에 의해서 영향을 받는다. 니켈 가격이 상승하면 스테인리스 생산 중에서 니켈을 사용하는 계열 생산 비중이 줄어들고 또한 니켈 정광을 사용하기보다 스테인리스 스크랩으로 니켈 수요를 대체하여(그림 1, 2 참조) 니켈 수요가 감소한다. 그 관계의 방정식은 [표 1]의 방정식과 동일한 구조이나 계수들은 다르다.

[표 1] 니켈 수급 및 가격의 시스템 다이내믹스 모형식과 대응하는 연립방정식 회귀모형식

내역	회귀방정식 모형식 ¹⁾	MAPEs:%
미국 니켈수요	$\text{america_stni} = -0.15(-0.14) \cdot \text{ni_price} + 0.03(0.02) \cdot \text{america_sts} - 2.54(-2.57);$ $R^2 = 0.78$ $\text{america_ni} - \text{america_stni} = 0.06(0.06) \cdot \text{america_ip} + 0.71(0.79) \cdot \text{america_ni}(-1) - 1.15(-1.04) \cdot \text{america_stni}(-1);$ $R^2 = 0.78$	0.04
유럽 니켈수요	$\log(\text{euro_ni}) = 0.92(0.91) \cdot \log(\text{euro_sts}) + 0.02(0.02) \cdot \log(\text{euro_ip}) - 0.07(-0.07) \cdot \log(\text{ni_price}) - 2.38(-2.32);$ $R^2 = 0.78$	0.10
일본 니켈수요	$\text{japan_stni} = -0.23(-0.23) \cdot \text{ni_price} + 0.05(0.05) \cdot \text{japan_sts} - 15.69(-15.73);$ $R^2 = 0.64$ $\text{japan_ni} - \text{japan_stni} = 0.07(0.07) \cdot \text{japan_ip} + 0.76(0.69) \cdot \text{japan_ni}(-1) - 0.88(-0.80) \cdot \text{japan_stni}(-1);$ $R^2 = 0.36$	0.13

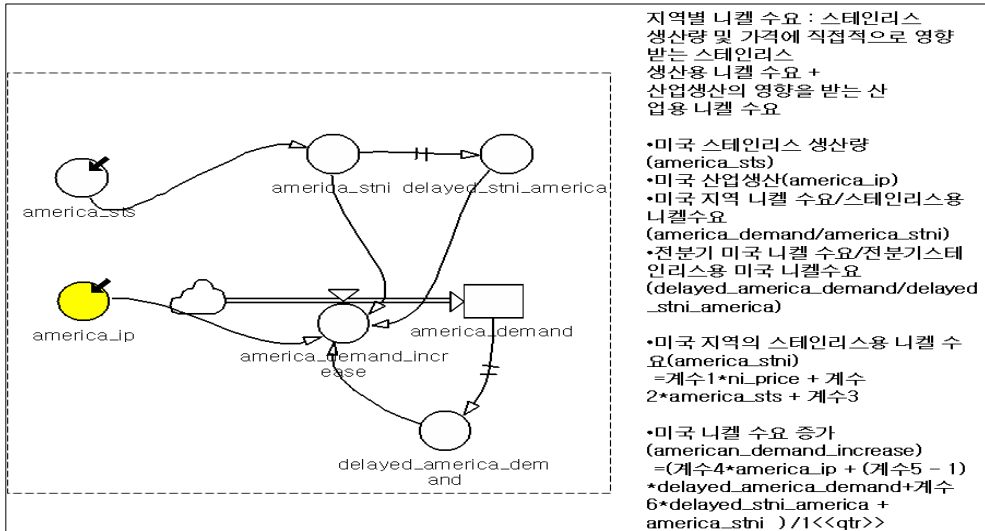
한국 니켈수요	$\log(\text{korea_ni}) = 1.53(1.54)*\log(\text{korea_sts}) - 0.95(-0.98)*\log(\text{korea_ip}) - 0.19(-0.19) * \log(\text{ni_price}) - 0.94(-0.92); R^2 = 0.83$	0.12
중국 니켈수요	$\log(\text{china_ni}) = 0.46(0.46)*\log(\text{china_sts}) + 0.16(0.14)*\log(\text{china_ip}); R^2 = 0.90$	0.16
대만 니켈수요	$\log(\text{taiwan_ni}) = 1.66(1.65)*\log(\text{taiwan_sts}) - 0.47(-0.51)*\log(\text{taiwan_ip}) - 0.21(-0.19) * \log(\text{ni_price}) - 4.03(-3.90); R^2 = 0.88$	0.13
니켈가격	$\log(\text{ni_price}) = 0.19(0.18) + 2.14(2.13)*\log(\text{stratio}) + 2.49(2.26) * \log(\text{ex_euro}); R^2 = 0.84$	0.25



[그림 4] 한국 지역의 분기별 니켈 수요 모형(중국, 서유럽, 대만 등도 동일한 형태임: 유형 1)

한편 미국, 일본의 경우 회귀방정식 추정 결과 스테인리스용도 니켈 수요와 비 스테인리스 용도 니켈 수요를 구분하여 모형화하는 것이 모형의 정확도를 높이는 것으로 판명되어 유형 1의 소비 모형과 달리 [그림 5]와 같이 모형화되었다(유형 2의 소비 모형). 유형 1의 소비 모형과의 차이는 유형 2의 모형의 경우 니켈 가격은 스테인리스 용도 니켈 수요에만 영향을 미치고 비 스테인리스 용도 소비는 산업 생산의 정도를 표시하는 산업생산지수 및 전년도 스테인리스 용도 소비에 동시에 영향을 받는다.

1) 괄호안은 시스템 다이나믹스 모형식의 계수에 대응하는 회귀모형식의 계수로서 캘리브레이션을 통해 조정된 값이다. MAPEs는 회귀분석 결과에 의한 예측치와 실제치 사이의 오차율을 의미한다(그림 11)의 시스템 다이나믹스 모형에 의한 MAPEs와 비교 가능). 모형식에서 지역의 영문명에 이은 _ 다음의 stni 및 ni는 해당 지역의 스테인리스용 니켈 수요 및 전체 니켈 수요를 의미하고 ip, sts는 각각 해당 지역의 산업생산 지수와 스테인리스 생산량을 의미한다. 또 stratio, ex_euro는 세계니켈수요/세계니켈상업재고의 비율과 달러화 표시 유로화 환율을 의미한다. stratio는 회귀분석에서 외생변수로 주어졌다.



[그림 5] 미국 지역의 분기별 니켈 수요(일본도 동일 유형 : 유형 2)

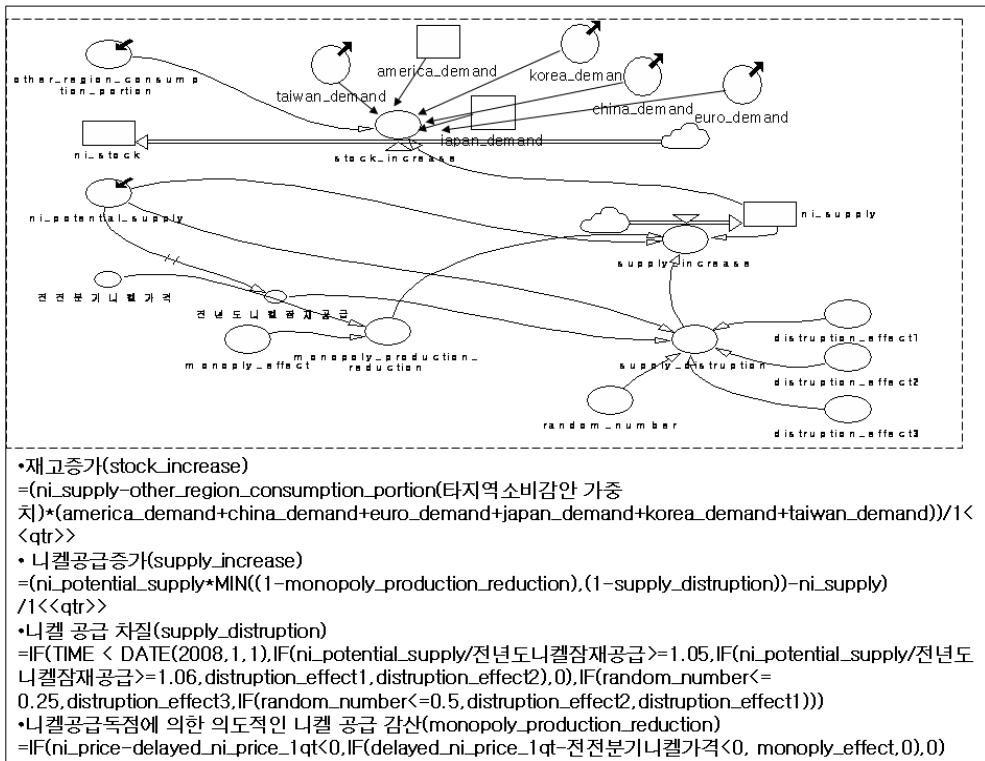
2. 니켈 공급 영향 요인 모형

니켈은 광산으로부터 니켈원석을 받아서 제련설비에서 다시 최종 니켈을 제련함으로써 얻어진다. 니켈 광산의 잠재 매장량 규모로 본다면 상위 5개국(CIS, 호주, 캐나다, 인도네시아, 뉴칼레도니아)이 66%를 점유하고 있으며 제련 설비 역시 상위 6개국(CIS, 캐나다, 일본, 호주, 중국)이 68%를 점유(2005년, Brook Hunt, Heinz)하고 있는 상황이다. 또한 상위 4개사(Norilsk, Inco, Falconbridge, BHP Billington)가 채굴 가능한 매장량의 76%를 점유하고 있다(2005년, AME). 이와 같이 광산 및 제련 설비는 소수의 국가와 회사들에 의해 점유되고 있다. 따라서 니켈 가격 하락을 방지하지 않는 독과점 가격 구조가 가능하다.

또한 현재 높은 순도를 지닌 니켈 광산(주로 황화광(sulfides))은 거의 매장량이 바닥을 드러내고 낮은 순도(2% 이하)의 니켈 광산(주로 산화광(laterite))만이 남아있다. 이들 낮은 순도 광산의 니켈 광석 제련은 신기술인 습식제련 방식만이 가능하다. 특히 기존의 황화광 제련방식인 고온 건식 제련소(Smelting)는 황화광이 고갈됨에 따라 신규 건설이 1972년 이후에 중단되어, 향후 니켈 생산의 대부분은 낮은 순도의 니켈광을 제련하는 신기술 설비인 습식 제련소로부터 나올 것으로 전망된다. 그런데 신 기술을 적용하는 저 순도의 니켈 생산은 대규모 자본 투자 및 고급 기술을 요구하므로 점차 생산 원가가 상승하는 문제점을 가지고 있고, 신 프로젝트의 경우 기술상의 문제로 생산 개시 시점이 늦춰지는 문제점 등을 가지고 있어 공급 차질을 자주 불러일으키고 있다. 또 광산 파업으로 인한 생산 중단 사태도 매우 많다 (2006년도에 Inco사의 뉴칼레도니아 Goro 파업, Voisey Bay 파업에 따른

6만톤 공급 차질, 뉴칼레도니아 파업 등으로 니켈 공급이 계획 대비 큰 폭의 차질을 빚어 니켈 가격이 상승한 것은 대표적인 예이다). 이들은 니켈 공급에 있어 중대한 애로상황으로 되고 있는 상황이다.

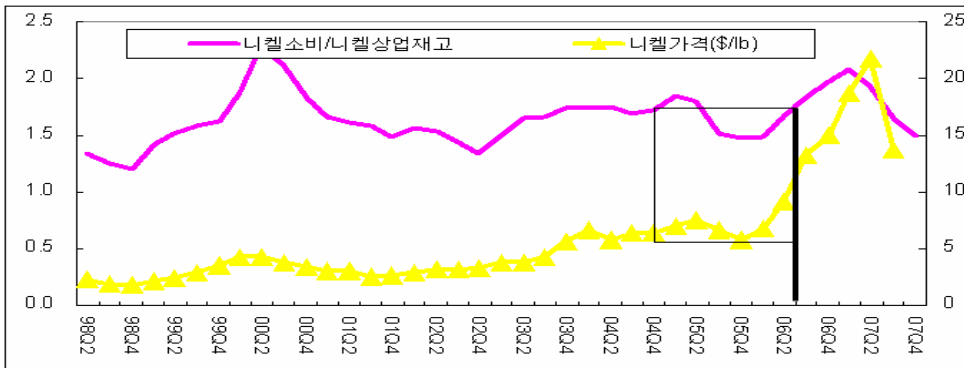
이러한 상황을 고려하여 분기별 니켈 공급은 니켈 잠재 공급에 니켈 공급 독점으로 인한 공급자에 의한 의도적인 감산, 생산차질에 의한 니켈 공급 감소 효과 등을 감안하여 [그림 6]의 모형에 의해 결정된다. 모형구축에서 니켈 공급 독점 효과는 3분기 연속으로 가격이 떨어질 때, 공급자가 의도적으로 2% 니켈 감산을 기획하여 실행하는 것으로 모형화하였다. 생산차질은 과거 실적 데이터가 있는 경우 실제 전문기관에서 추정한 생산 차질 계수를 사용하고 미래 예측의 생산 차질은 일정한 확률분포를 가지고 발생하는 것으로 모형화하였다. 4절에서 이 값에 변화를 주어 가능한 시나리오에 대한 분석을 시도한다. 또한 니켈 공급 독점에 의한 감산이 발생할 때 공급 차질이 발생하면 더 많은 니켈 생산 감소가 오는 쪽으로 어느 한쪽만의 효과를 감안하도록 모형화하였다.



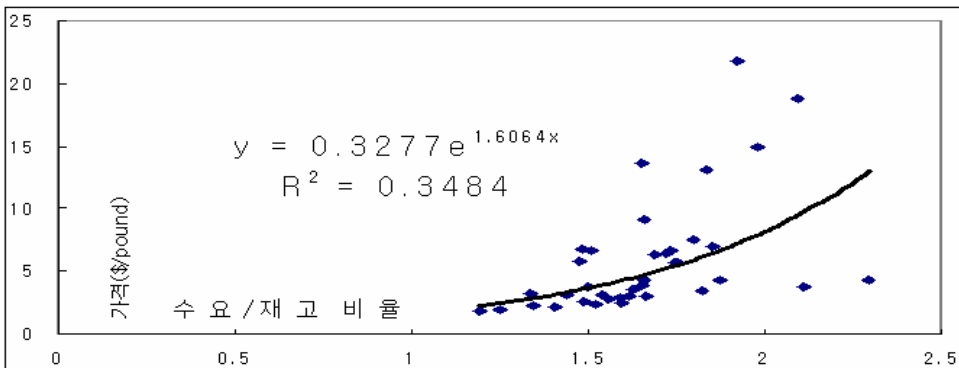
[그림 6] 니켈 공급 모형

3. 니켈 가격 영향 요인 모형

니켈은 가격 변화가 일반적인 재화와 같이 수급에 의해 즉각적으로 결정되기보다 수급 격차가 누적되어 결과로 나타난 재고 대비 수요의 비율에 민감하게 반응하는 것으로 나타난다. 즉 [그림 7]에 보이는 바와 같이 실질 분기별 니켈 가격은 분기별 니켈 수요를 상업재고량으로 나눈 값에 동조한다. 그러나 최근에 와서 동조 형태가 선형의 비례 관계에서 더욱 증폭되어 비선형의 관계로 나타나고 있으며 이는 [그림 8]에서 잘 보이고 있다. 그 관계의 추정은 [그림 8]에서 보이는 바와 같이 니켈 가격과 니켈소비/니켈상업재고가 지수 함수 모형(그림에서 추세선으로 표시됨)으로 가능할 것처럼 보인다. 그러나 실제 캘리브레이션에 의한 가격 모형의 결과 단일한 지수 함수 모형으로 추정할 경우 MAPEs는 최소 10% 이상의 오차율을 보여준다. [그림 7]에서 보이는 바와 같이 2006년 2분기 이후 니켈 가격



[그림 7] 니켈소비/니켈상업재고 비율과 니켈 가격의 연도별 추이



[그림 8] 니켈소비/니켈상업재고 비율과 니켈 가격의 관계(니켈 상업재고 데이터는 AME(2007), 니켈 가격은 LME 데이터 이용)

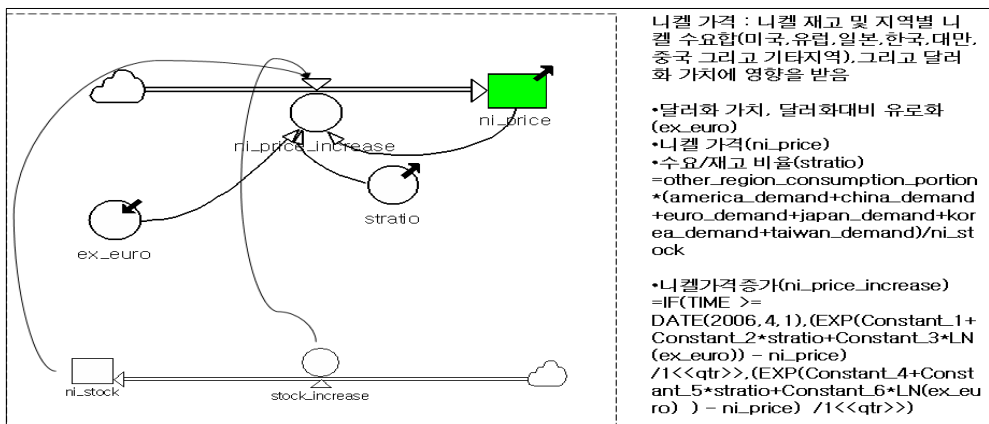
이 급등하고 2006년 2분기의 니켈 소비/니켈 재고 비율은 2004년 3분기와 거의 동일하나 니켈 가격은 2배 이상으로 이 시기 이후 두 값 사이의 관계가 변한 것으로 추정된다. 따라서 우리는 2006년 2분기를 기준으로 두 시기를 구분하여 니켈 가격 모형을 수립하였다. 그 결과는 후술하겠지만 니켈 가격의 MAPEs가 6.5%로 오차가 크게 줄어들었다.

한편 니켈 가격은 환율에 의해서도 영향을 받는데 달러화 대비 유로환율이 상승하면 니켈은 달러화에 같음하는 대체자산으로 되어 니켈의 달러화 표시 가격이 올라가게 된다.

따라서 니켈 가격은 $\text{니켈가격} = ae^{b \text{수요재고비율}} * \text{환율}$ 로 모형화될 것이고 로그값을 취하면 다음 수식과 같이 되어 [그림 9]와 같이 니켈 가격은 모형화 된다.

$$\log(\text{니켈가격}) = \text{Constant}_1 + \text{Constant}_2 * \text{stratio}(\text{수요재고비율}) + \text{Constant}_3 * \text{LN}(\text{ex euro}(\text{환율}))$$

2006년 2분기를 기준으로 가격 모형식은 두 가지로 되어 IF 문을 채택하였다.

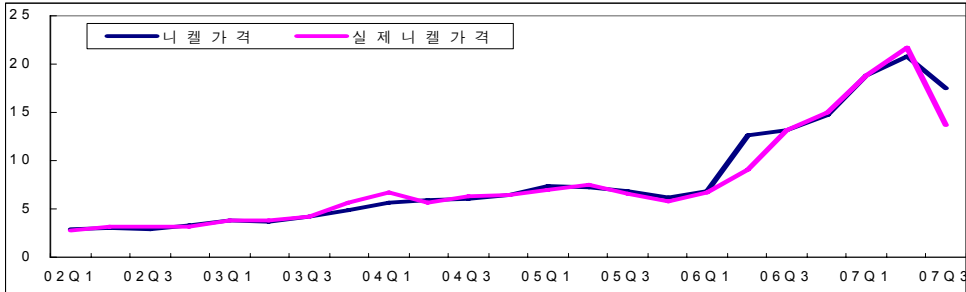


[그림 9] 니켈 가격 모형

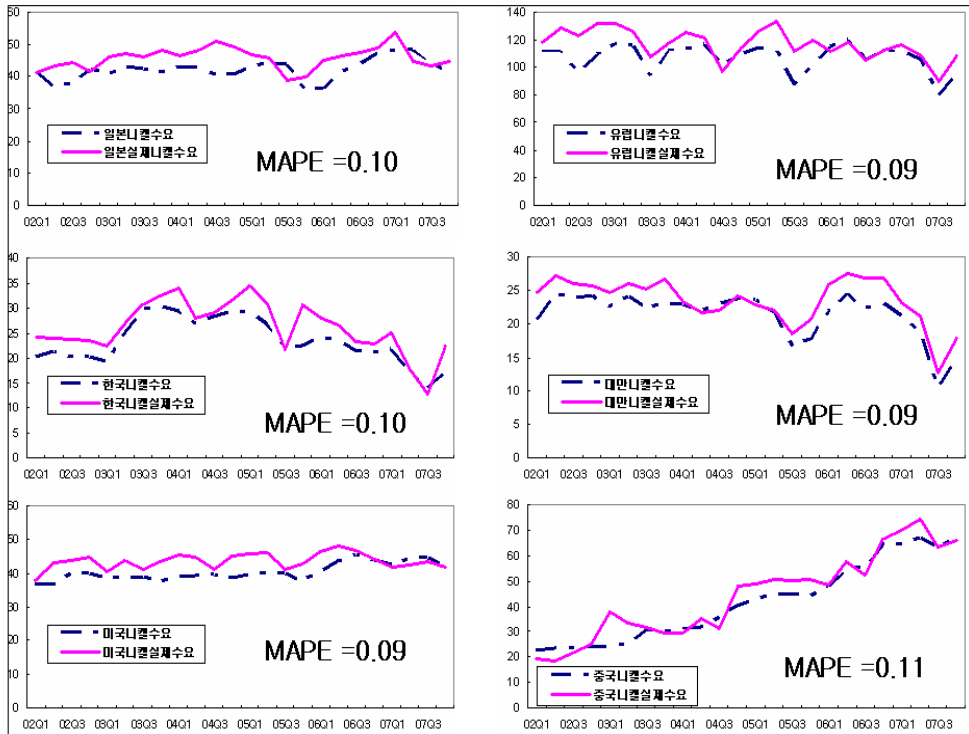
III. 모델의 검증

본 연구 모델의 타당성 검증으로서 먼저 기존의 자료와 시뮬레이션 결과를 비교하는 하향식 검증을 실시하였다. 2002년도 1분기부터 2007년도 3분기까지의 각 지역별 실제 니켈 수요 데이터와 실제 니켈 가격 데이터를 모델을 통해 자생되는 각 지역별 니켈 수요와 가격 데이터와 비교하였다. 그 결과 이들 모든 자생변수들의 MAPEs 평균이 10% 이하로 나오

고 특히 니켈 가격은 그 수치가 6.5%로서 높은 예측치를 보여주고 있다. [표 1]에서 보이는 회귀분석 모형의 MAPEs 값과 대비해볼 때, 시스템 다이내믹스 방법이 더 높은 설명력을 보여주고 있음을 알 수 있다. [그림 10]은 니켈 실제 가격과 예측된 니켈 가격, [그림 11]은 각 지역별 니켈 실제 수요와 예측된 시뮬레이션 결과 값을 보여주고 있다.



[그림 10] 시뮬레이션 모델 결과 - 예측된 니켈 가격과 실제 니켈 가격(2002Q1-2007Q3)



[그림 11] 각 지역별 니켈 실제 수요와 예측된 시뮬레이션 결과값(2002Q1-2007Q3)

시뮬레이션 결과는 다음과 같이 도출되었다. 2007년도 4분기에서 2012년 4분기까지의 각 지역별 스테인리스 생산 예측량과 산업생산지수, 그리고 전세계 니켈 생산 계획량, 유로화 대비 달러화 환율이 입력데이터로 사용되었다. 그 결과로 각 지역별 니켈 수요량 및 세계 니켈 수요량이 결정되고 이 결정된 세계 니켈 수요량과 니켈 생산 계획량에 의해 니켈 재고가 결정된다. 최종적으로 니켈 재고 대비 수요 비율과 환율에 의해 니켈 가격이 모형에 의해 결정된다. 기본 시나리오에 의해 전망된 세계 분기별 니켈 수요 및 니켈 가격 그리고 니켈 공급 및 재고량은 [표 2]와 같다. 이 전망에 의하면 장기적으로 니켈은 공급 초과 현상을 보이고 점차 니켈 가격이 하락한다. 이러한 전망은 여타 다른 기관의 전망과도 추세 상으로 일치하고 있다.

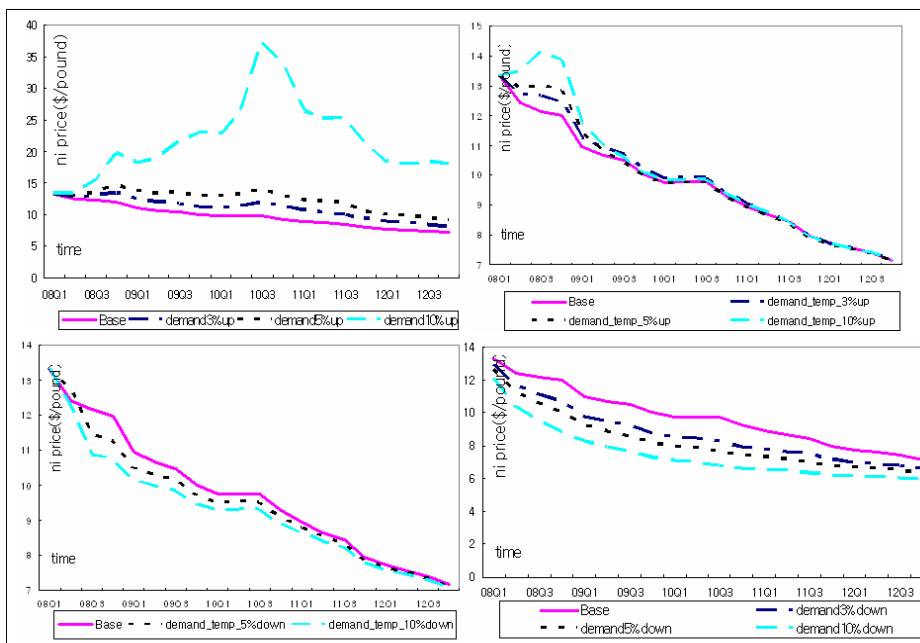
[표 2] 지역별 니켈 수요 및 전세계 니켈 수급(단위 천톤), 가격(단위 \$/pound)
(2008Q1-2012Q4), 니켈의 분기별 공급량은 AME(2007)년 값이며 나머지는 모형에서 예측된 값

분기	일본	유럽	한국	대만	미국	중국	세계	세계공급	세계수급	니켈가격
08Q1	47	107	18	18	47	68	361	374	12	13.32
08Q2	50	108	17	18	50	70	371	373	2	12.42
08Q3	50	97	16	17	51	71	359	406	48	12.16
08Q4	50	108	17	19	49	74	379	398	19	11.98
09Q1	50	118	19	19	51	75	395	398	3	10.96
09Q2	52	118	18	18	52	73	392	401	8	10.68
09Q3	52	106	17	17	52	75	378	401	22	10.50
09Q4	51	116	18	19	50	78	395	401	6	10.01
10Q1	51	124	19	20	51	79	409	401	-8	9.75
10Q2	51	123	18	18	51	77	402	426	24	9.77
10Q3	51	111	18	17	51	79	388	426	38	9.77
10Q4	51	121	19	19	50	82	406	426	20	9.28
11Q1	51	119	18	18	51	83	403	417	14	8.94
11Q2	51	119	17	17	52	80	399	440	41	8.66
11Q3	51	107	16	16	52	82	386	440	54	8.46
11Q4	51	117	18	18	50	86	404	440	36	7.95
12Q1	51	123	18	18	52	86	413	440	27	7.72
12Q2	52	122	17	17	52	83	407	443	36	7.57
12Q3	52	110	16	16	52	86	395	443	48	7.39
12Q4	52	121	18	18	51	89	413	443	30	7.16

2. 니켈 가격 변화 패턴에 대한 시나리오별 분석

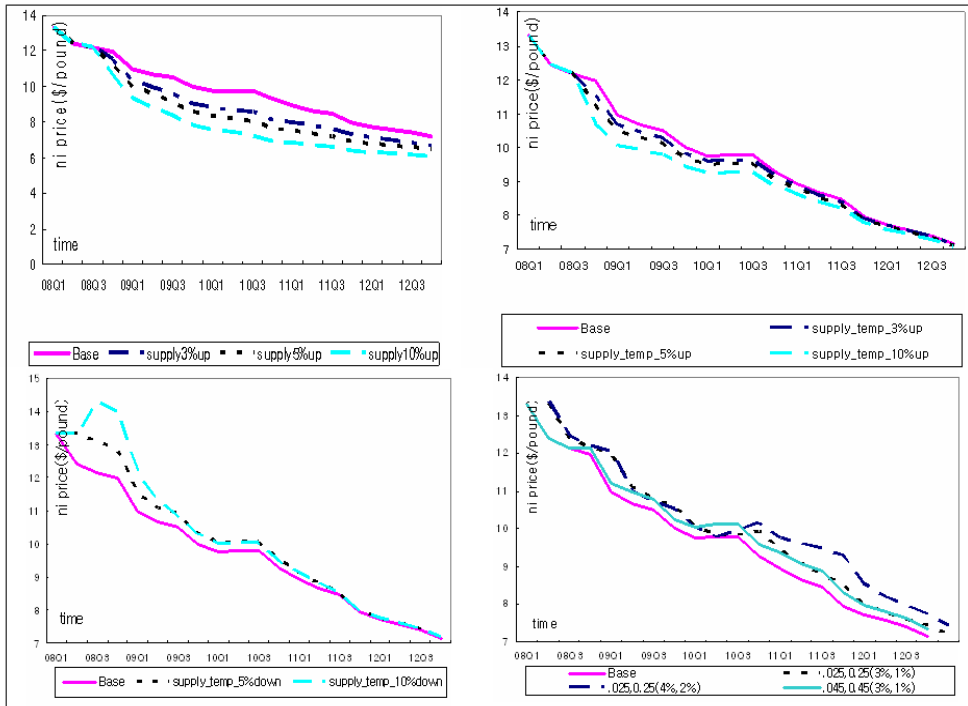
니켈 가격은 과거 실적치를 분석해보면 수요 및 공급 측의 상황 변화에 따라 급변하였다. 가장 우선적으로 생각해 볼 수 있는 것은 수요로 인한 가격 변화이다. 최근 니켈 가격 급등의 가장 큰 요인으로 취급되는 것이 중국을 중심으로 한 신흥 개발국의 수요 급등이다. 미래에 수요가 어느 정도 변화할 때 가격 변화는 그에 따라 어느 정도로 변할 지를 분석해 볼 필요가 있다. 이와 유사하게 공급 차질, 환율 변화에 따라 어느 정도로 어느 방향으로 가격이 변화하며 그 변화의 정도는 다른 요인들과 비교해 보았을 때 어떠한가 등을 분석해볼 수 있다.

먼저 수요량 변화의 경우 수요량이 전 기간(2008Q1-2012Q4)에 걸쳐 증가할 때 [그림 12]의 좌상단 그림에서 보듯이 수요량이 3%(그림에서demand3%up으로 표시), 5% (demand5%으로 표시), 10%증가시를 비교해보면 수요량 증가량이 크면 그 이상으로 가격 하락의 정도가 증폭됨(이하 그림들에서 base로 표시된 기본 시나리오와 비교할 때)을 알 수 있다. 그러나 전 기간에 걸쳐 니켈 수요량이 감소할 때는([그림 12]의 우하단) 그 변동폭이 수요량이 증가할 때와 비교하여 상대적으로 작음을 알 수 있다.



[그림 12] 수요량의 전 분기(2008Q1-2012Q4)에 걸친 증가(좌상단), 감소(우하단), 그리고 일시적으로 증가(우상단), 감소(좌하단)할 때의(2008Q1) 가격 변화

수요량이 2008년 1분기에 일시적으로 증가하는 경우(그림 12의 우상단 그림 참조) 가격 상승은 당해 분기 이후에 지속적으로 계속됨을 알 수 있는데, 수요량이 동 시기에 일시적으로 감소하는 경우(그림 12의 좌하단 그림 참조)와 비교해 볼 때 가격 변화 정도(기본 시나리오에 의한 가격과 비교시의 변화된 정도)의 폭이 크고 가격 변화의 지속 정도가 짧은 것을 알 수 있다. 이는 수요량이 증가하여 가격이 상승하는 것이 수요량이 감소하여 가격이 하락하는 것보다 충격의 영향이 커나 그 지속성은 수요량이 감소하는 것이 더 오래 간다는 사실을 보여준다.

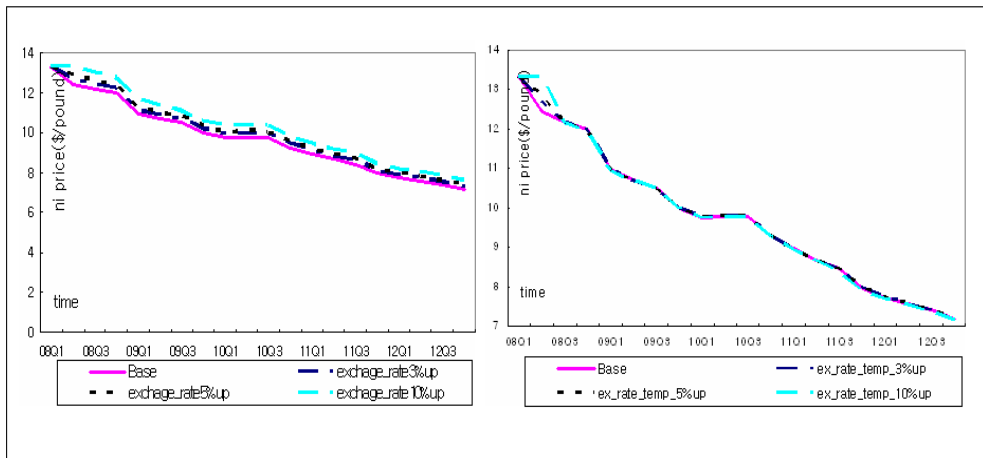


[그림 13] 공급량의 전 분기(2008Q1-2012Q4)에 걸친 증가(좌상단) 또는 일시적인 증가(우상단) 또는 감소(좌하단)할 때(2008Q1), 공급 차질 발생으로 인한 공급 감소시(우하단)의 가격 변화

공급량이 전 기간(2008Q1-2012Q4)에 걸쳐 증가할 때 가격이 하락하는 것은 [그림 13]의 좌상단 그림에서 보여지듯이 수요량이 증가하여 가격이 증가하는 것보다 그 가격 변동의 폭이 작은 대신 더 오래 가격 하락의 영향이 지속되는 것을 알 수 있다(그림 12의 좌상단과 비교). 수요량 변화의 경우와 마찬가지로 공급량이 일시 증가하여 가격이 하락하는 것(그림 13의 우상단 그림)이 가격 변화의 정도가 공급량 일시 감소로 가격이 상승하는 것(그림 13의 좌하단 그림)보다 변화의 폭이 작고 가격 변화가 더 오래 지속됨을 알 수 있다.

한편 공급 차질로 인하여 공급량이 감소하는 경우([그림 13]의 우하단 그림 참조), 공급 차질이 자주 발생하는 경우(공급 차질이 45% 확률로 3%, 45% 확률로 1%로 일어나는 경우 : 0.45,0.45(3%,1%)로 그림에서 표시)보다 발생 빈도는 작지만 한번 공급 차질이 발생했을 때 공급 차질의 정도가 심한 경우(공급 차질이 25% 확률로 4%, 25% 확률로 2%로 일어나는 경우 : 0.25,0.25(4%,2%)로 그림에서 표시)가 더욱 더 큰 가격 상승을 불러 일으킬 수 있다.

환율이 변동하는 경우([그림 13] 참조) 수요량이 상승할 때와 같이 가격이 상승하는데 그 변화의 정도는 수요량 증가의 경우보다 훨씬 미미함을 알 수 있다.



[그림 14] 전 분기(2008Q1-2012Q4)에 걸친 환율 상승(왼쪽) 및 일시적인 환율 상승시의 (오른쪽) 가격 변화

IV. 결론

본 연구는 주로 회귀분석의 방법에 의해 도출되던 자원 수급 및 가격 예측을 시스템 다이나믹스에 의한 방법을 적용하여 실행해보았다. 자원 중에서 특히 최근 비선형적인 변화 경향을 보이고 있는 니켈에 대하여 시스템 다이나믹스 방법을 적용하였다.

실행 결과는 회귀분석의 방법보다 더 높은 정확성을 보여 주었다. 이 연구는 상당히 값 비싸면서 스테인리스 생산 등에서 높은 원가 비중을 보이는 니켈에 대해 미래 수급 및 가격을 예측하였고 또 가능한 수요 및 공급 측 변화에 의해 초래되는 상황에서 가격이 어떻게 변할 것인가에 대한 시나리오별 분석도 실행하여 그 실용성을 높였다.

본 연구의 한계점은 니켈 수요 측면의 예측에서 6개 지역의 주요한 수요만을 예측하여 전 세계 수요량 예측에 사용하였다는 점이다. 기타 인디아, 브라질, 러시아 등 신흥 개발국의 수요는 그 량이 아직은 미미하고 또 수요량이 일정한 패턴이 없이 급변하고 있어 모델링이 어렵다는 점에서 제외되었다. 향후 이들 지역의 수요량 모델을 구축하여 전체 모델에 포함시킬 여지가 있다.

[참고문헌]

- 곽상만 et al(2002), “시스템 다이내믹스 기법을 활용한 차급별 월간 자동차 수요 예측 모델 개발”, 한국 시스템다이내믹스 연구, 제3권 1호, pp 79~104
- 이상훈 et al(2006), “WCDMA 이동통신 단말기 수요예측에 관한 연구“, 한국시뮬레이션학회 논문지 15권 4호, pp153~160
- 정석재 et al(2005),”시스템 다이내믹스를 이용한 탄소세 부과가 철강산업에 미치는 효과 분석“, 한국경영과학회 산업공학회 춘계공동학술대회
- 정재립 et al(2007),”시스템다이내믹스를 활용한 인력 수급 계획 모형설계“, 제8권 1호, pp 49~66
- 포스코 경영연구소(2007), “원자재 가격변동 요인 분석 및 중장기 대응방안”, 연구보고서
- 포스코 경영연구소(2006), “니켈 장기 수급 및 가격 전망”, 연구보고서
- AME Mineral Economics(2007),”Nickel 2007/08 Quarterly Strategic Study”
- Eramet(2007), “Nickel Outlook -Market Research nickel - stainless steel”
- J.W., Forrester(1961), Industrial Dynamics, MIT Press
- Goldman Sacks, Morgan Stanley 등의 투자은행 Analyst Report 다수
- International Monetary Fund(2006), “The boom in nonfuel commodity prices : Can it last?”