



자원가격의 장기 하락국면 점검과 대응방향¹⁾

박 환 일 삼성경제연구소 수석연구원 (hipark@seri.org)

1. 서론

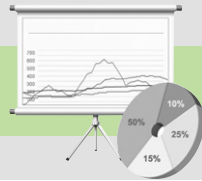
2000년대에 들어 강하게 상승하던 자원가격은 세계경제의 저성장 위기가 확산되며 최근 하락세로 반전되었다. 유럽을 비롯한 선진국의 재정위기가 확대되고 중국과 같은 신흥국의 경제성장 속도가 둔화되면서 글로벌 경제에 어두운 그림자가 드리우고 있다. 세계 경제성장과 연관되어 움직이는 자원시장도 부정적인 전망이 나오고 있다. 이러한 상황에서 자원가격의 장기 상승국면이 곧 종료되고 하락국면이 시작될 것이라는 전망이 대두되고 있다. 하지만 다른 한편에서는 일시적인 조정이 있을 수 있지만 추세적인 하락은 오지 않을 것이라는 긍정적인 전망도 만만치 않다.

이렇게 자원시장에 대해 상반되는 전망들이 나오면서 자원가격의 슈퍼사이클에 대한 관심이 증대되고 있다. 슈퍼사이클이란 자원가격이 지속적으로 상승한 후 정점을 찍고 하락하는 현상으로 통상 20년 이상의 상승과 하락 주기를 의미한다. 자원시장의 장기 상승

추세가 종료되었다고 보는 시각은 그동안 신흥국에 대한 낙관적인 전망으로 상승세가 지속되었으나 향후 중국경제의 성장둔화, 기술혁신 등으로 자원가격의 상승국면이 끝날 것이라고 주장한다. 모건스탠리 신흥시장부문 대표인 루치르 샤르마는 “중국의 성장이 둔화되면서 원자재가격이 앞으로 20년간 본격적으로 하락할 것이다”라고 주장한 바 있다. 반면 중국의 도시화, 선진국의 사회인프라 재구축, 전 세계적인 저금리 추세 및 과잉 유동성 등으로 자원가격의 상승세가 지속될 것이라는 주장도 확대되고 있다. 로저홀딩스의 짐 로저스 회장은 “달러, 주식, 채권보다 농산물, 원자재가 유망한 투자대상이며 셰일가스 붐은 조만간 끝날 것이다”라고 강조했다.

그렇다면 이러한 자원시장의 슈퍼사이클에 대한 논쟁이 왜 중요한 것인가? 현대의 글로벌 경제는 자원의 존도가 높은 산업구조이기 때문에 자원시장의 추세를 주의 깊게 관찰해야 한다. 자원생산과 수출에 의존하는 국가는 자원가격의 장기추세가 정부정책에 지대한

1) 본고는 박환일 외, “자원시장 하락추세로 전환되었나? - 자원 슈퍼사이클과 이슈 점검,” 『CEO Information』, 871호, 삼성경제연구소(2012)의 내용을 부분적으로 수정·보완한 것임.



영향을 미치므로 이에 대한 연구가 중요하다. 또한 자원을 수입하는 국가들에게도 자원가격의 수준과 미래 가격 전망에 대한 분석은 의미 있는 작업이다. 자원기업 또는 자원부국은 자원개발과 생산에 대한 투자의사 결정과 자본분배를 하기위해 자원가격에 대한 면밀한 전망이 필요하며, 국가 경제성장과 산업생산의 사결정에 중요한 요인으로 작용한다. 자원 자산에 대한 투자결정 요인 가운데 하나는 자원가격 전망이다. 예를 들어 광산의 경우 자본투자부터 생산까지 최대 20년이 소요된다. 즉 광산에 대한 투자의사 결정에 있어서 자원가격의 장기추세에 대한 전망이 중요한 의미를 지니는 것이다.

또한 금융자산 포트폴리오 측면에서 자원시장은 잠재위험을 헤지(hedge)하기 위한 수단으로 활용된다. 새로운 자원가격인덱스는 투자대상이기도 하며 리스크헤지 목적으로도 수요가 충분하기 때문이다. 실물에 대한 투자뿐 아니라 금융자산으로서 자원에 대한 투자의사 결정 시에 가격전망이 중요한 역할을 한다.

이렇게 산업과 경제 및 금융에 대한 자원가격의 영향이 증대되므로 현재 자원시장의 상황을 점검하고 향후 전망을 통한 전략 수립이 중요한 시점이다. 특히 자원시장에서 진행되는 변화를 감지할 필요가 있다. 자원가격의 단기간 변동을 이해하는 것도 중요하지만 장기간의 추세를 파악하고 대응전략을 수립하는 것도 큰 의미를 지닌다. 특히 자원가격의 변화는 국가경제의 성장률, 무역수지, 물가 등 경제지표에 미치는 영향이 크고 기업의 수익에도 밀접하게 영향을 미치기 때문이다.

자원시장의 경제에 대한 중요도가 매우 높음에도 불구하고 자원가격의 장기추세에 대한 실증적인 분석은 결여되어 있는 상황이다. 최근에 발표된 Ertern & Ocampo(2012)는 비석유류, 금속, 농산물, 열대농산

물, 비열대농산물, 석유 등 총 6개 그룹으로 구분하여 1865년부터 2010년까지의 연간 실질가격으로 슈퍼사이클을 분석하였다. 하지만 가격 하락이 본격화된 2011년 이후의 최근 자료는 제외되어 하락추세의 전환이 반영되지 못한 제한이 존재한다. 이외 소수의 논문들이 자원가격의 슈퍼사이클을 분석하였는데 대부분의 논문들은 2010년 이전의 가격자료를 사용하였다.

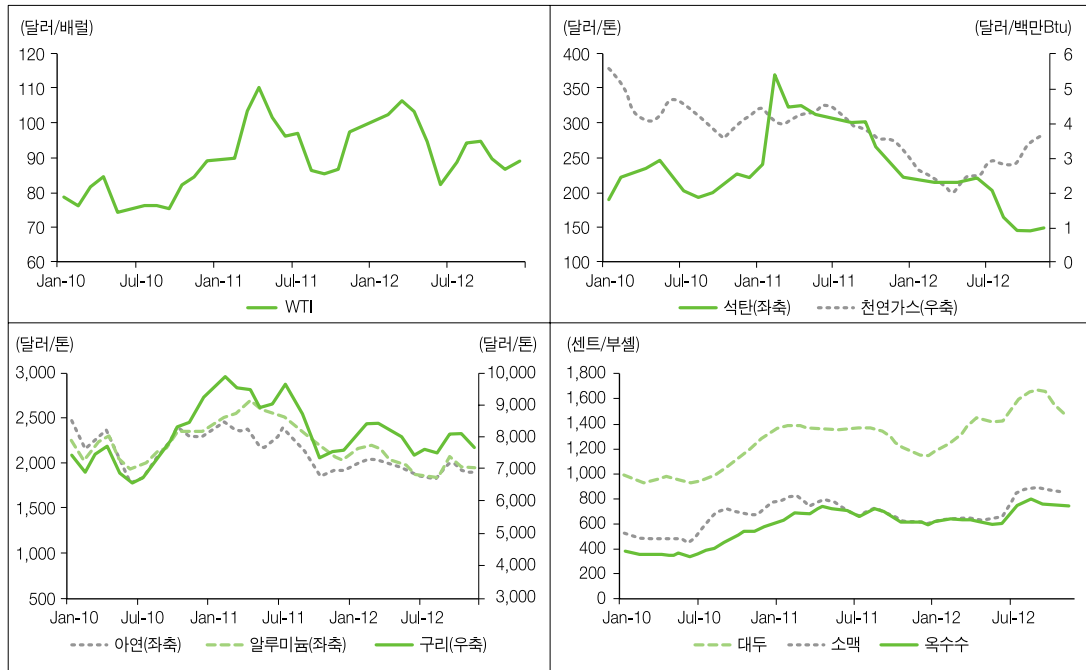
본고에서는 최근 가격자료를 사용하여 주요 자원 품목별 장기추세는 물론 전체적인 자원시장의 추세를 판별하고자 한다. 또한 연간가격이 아닌 월간가격을 사용하여 자원시장에 가해지는 다양한 충격이 시장에 어떻게 반영되는지 파악하고자 한다. 연간가격은 시장충격을 평균화하기 때문에 변동성이 스무딩(smoothing)되는 단점이 존재한다. 마지막으로 현재 진행중인 3차 슈퍼사이클의 향후 움직임을 전망하기 위해 자원시장에 영향을 미칠 5대 이슈를 선정하여 점검하고자 한다. 이를 통해 슈퍼사이클의 미래에 대해 전망하고 그에 따른 정부와 기업의 대응방안을 제시하고자 한다.

2. 자원가격의 장기 추세 분석

가. 자원가격의 하락추세

에너지, 원자재, 곡물 등 주요 자원가격은 2010년 이후 단기고점을 형성한 이후 지속적으로 하락하고 있다. 품목에 따라 차이가 있지만 하락률은 2012년 말 기준으로 약 10%대 중반에서 40%대까지 광범위하게 분포하고 있다. [그림 1]과 같이 곡물을 제외한 에너지, 원자재는 2010년에서 2011년 사이에 고점을

[그림 1] 주요 자원가격 추이



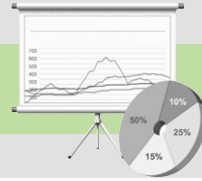
자료: KoreaPDS

형성하고 하락으로 전환된 것을 알 수 있다. 곡물은 시기적으로 다른 자원에 비해 차이가 있지만 2012년 하반기를 정점으로 하락하고 있다.

〈표 1〉에서 보듯이 최근 3년 이내의 최고점으로부터 WTI 원유가격은 19.4%, 천연가스는 44.3%, 석탄은 31.6% 하락하여 에너지부문의 하락폭이 큰 편이다. WTI 원유는 2011년 4월, 천연가스는 2010년 1월, 석탄은 2010년 12월에 고점을 기록했다. 에너지는 유럽 경제위기와 미국의 재정문제로 인해 2011년 상반기부터 약세를 나타냈다. 특히 미국에서 셰일가스 생산이 본격화되면서 천연가스와 석탄가격의 하락이 큰 편이다. 석탄은 천연가스와 함께 발전 원료로

사용되고 있으나 셰일가스 공급과 석탄 최대 소비국인 중국에서 발전 및 철강용 수요가 감소되면서 다른 에너지 자원에 비해 하락폭이 크다. WTI 원유는 가격 하락폭이 작지만 가격 변동성은 높은 모습을 나타내고 있다. 2011년 12월 미국과 EU가 이란의 핵 프로그램 제재 차원에서 이란의 자금줄인 원유 및 가스 수출을 금지하면서, 2012년 3월까지 가격이 급등한 바 있다. 그러나 2012년 2분기 이후 유로존 위기가 확산되면서 수요는 둔화되고 안정화되고 있다.

전기동, 아연, 알루미늄 등 비철금속은 각각 21.9%, 20.4%, 26.4% 하락했으며, 대부분 2010년 말에서 2011년 초 사이에 고점을 형성했다. 비철금속은 원유



〈표 1〉 주요자원의 가격하락 현황

구 분	WTI (달러/배럴)	천연가스 (달러/백만BTU)	석탄 (달러/톤)	옥수수 (센트/부셸)	전기동 (달러/톤)
고점	113.9 (2011. 4)	6.01 (2010. 1)	131.5 (2010. 12)	838.8 (2012. 8)	10,148 (2011. 2)
2012년 증가	91.8	3.35	90.0	698.3	7,930
하락률(%)	19.4	44.3	31.6	16.7	21.9

주: 1) 고점은 최근 3년간 최고가격을 달성한 연도와 월

2) WTI, 천연가스, 옥수수: CME 근원물 선물가격; 석탄: ICE 가격(전력용 연료탄, 로테르담 API 2); 전기동: LME 현물가격

자료: KoreaPDS

와 함께 세계 경제성장에 크게 영향을 받는 품목인데, 특히 원자재 세계 최대 소비국가인 중국의 경제성장이 주춤하면서 원자재 수요가 급감하고 있다. 반면 옥수수, 대두, 밀 등 곡물은 각각 16.7%, 20.2%, 17.5% 수준의 하락으로 다른 자원에 비해 하락폭이 작으며 고점은 2012년 하반기에 달성했다. 특히 대두와 밀은 최근의 단기고점 가격이 역사적 고점이기도 하다.

곡물의 하락폭이 다른 자원에 비해 작은 이유는 2012년 여름 미국 중부지역의 가뭄으로 인해 곡물생산량이 감소했기 때문이다. 미국 콘벨트에서 재배되는 옥수수 생산이 감소할 것이라는 우려로 2012년 7

월부터 가격상승이 시작된 이후 대두, 밀 등 다른 곡물시장도 강세를 나타냈다. 옥수수는 2012년 8월 사상 최고치인 부셸당 8.4달러로 급등 한 후 조정 국면에 진입하였고, 대두 가격도 2012년 9월 사상 최고치인 부셸당 17.3달러를 달성한 후, 소폭 하락세를 보이고 있다. 여기서, 1부셸(bushel)은 미국 기준 27.216kg, 영국 기준 28.123kg 등의 무게 단위를 가리킨다.

이렇게 자원가격의 전반적인 하락세는 세계 경제상황과 관련이 높다. 〈표 2〉에서 보여주듯이 자원에 대한 수요는 경제상황과 밀접한 관련이 있는데 최근 세계경제는 성장이 둔화되고 있으며 유럽은 경기수축 위기에 처해있다. 미국은 2011년 이후 계속해서 분기

〈표 2〉 주요 경제권 전분기대비 GDP성장률

(단위: %)

구 분	2011/Q2	2011/Q3	2011/Q4	2012/Q1	2012/Q2	2012/Q3
미국	0.61	0.32	1.01	0.49	0.31	0.77
중국	11.92	6.23	30.23	-28.17	10.29	6.11
유로존	0.22	0.09	-0.34	-0.03	-0.17	-0.07

자료: KoreaPDS



별 1% 미만의 성장세를 보이고 있고 중국은 여전히 견고한 성장세를 나타내고 있지만 과거에 비해서는 속도가 느려진 상황이다. 반면 유로존은 2011년 4/4분기부터 마이너스 성장률을 기록하고 있다. 유럽의 재정 위기가 쉽게 해소되지 못하는 상황에서 경제성장도 멈추어 있는 것이다. 이렇게 세계 경제성장이 둔화된 가운데 자원시장의 추세에 대해 관심이 고조되고 있다.

나. 자원가격의 슈퍼사이클 분석

슈퍼사이클은 단기가격변동 현상과는 확연하게 구분할 수 있다. 슈퍼사이클은 20년 이상 상승과 하락이 지속되어 완성되는데, 10년 이상의 상승국면을 표출하고 이어서 하락국면이 출현하여 하나의 슈퍼사이클이 완성된다. 또한 특정 품목만의 가격상승보다는 자원시장의 전반적인 동반상승이 필요하다. 일반적으로 수요증가로 견인되는 자원가격 상승현상은 대부분의 자원시장으로 파급되어 동반상승을 초래한다. 이러한 시기에는 자원가격 간 높은 상관계수를 지니게 된다.²⁾ 반면 단기 가격변동현상은 가격의 지속적인 상승, 또는 하락 중에 발생을 하며 상승과 하락국면이 교대로 나타나지는 않는 특성이 있다.

자원시장의 슈퍼사이클은 상승국면과 하락국면으로 이루어져있는데 이러한 장기적 상승과 하락은 크게 세 가지 요인에 의해 나타난다. 첫째 수급의 불균형으로 발생하는 초과수요 또는 초과공급현상으로 인

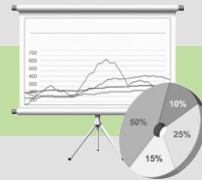
한 펀더멘탈 측면, 둘째 금리나 환율 등 금융요인들의 자원시장에 대한 영향력이 증대하여 발생하는 금융측면, 셋째 투자자들의 심리적인 요인으로 경제에 대한 기대 또는 불안감이 자원시장의 상승과 하락이라는 쏠림을 초래한다.

1900년대 이후 총 세 차례의 자원가격 슈퍼사이클이 진행되었다.³⁾ 2차 세계대전과 한국전쟁으로 초래된 금속광물과 농산물에 대한 수요증가가 주요 원인으로 발생한 1차 슈퍼사이클과 1970년대 석유파동으로 시작된 2차 슈퍼사이클 등 20세기 들어서 2차례의 슈퍼사이클이 완성되었다. Erten & Ocampo(2012)는 자원 종류에 따라 슈퍼사이클을 분석하였다. 원유는 1947~1973년 동안 1차 슈퍼사이클, 1973~1998년까지 2차 슈퍼사이클, 현재는 3차 슈퍼사이클이 진행 중인 것으로 분석되었다. 금속류는 1921~1945년 동안 1차 슈퍼사이클, 1945~1999년 동안 2차 슈퍼사이클, 현재는 3차 슈퍼사이클 진행중으로 결과가 나왔다. 농산물의 경우, 1932~1971년이 1차 슈퍼사이클, 1971~1999년이 2차 슈퍼사이클, 현재는 3차 슈퍼사이클이 진행 중인 것으로 나타났다.

현재 진행되고 있는 3차 슈퍼사이클은 중국 등 신흥국 경제성장으로 인해 촉발됐는데, 기상이변, 바이오연료 생산, 투기성 자본의 유입 등 공급 및 금융요인도 가세하고 있다. 3차 슈퍼사이클은 크기와 범위 측면에서 보았을 때 과거에 발생했던 두 차례의 슈퍼사이클과는 차별되는 특성이 있다. 에너지, 곡물, 원자

2) Bilge Erten & Antonio Ocampo(Feb. 2012), "Super-cycles of commodity prices since the mid-nineteenth century," DESA Working paper, No. 110, United Nation.

3) 주요 연구논문은 슈퍼사이클의 시기를 약간씩 다르게 분석하였음. 사용한 자료, 품목, 방법론에 따라 차이가 발생하지만 공통적으로 총 세 차례의 슈퍼사이클이 발생한 것은 동일하며 각각의 슈퍼사이클 기간도 유사한 특성을 보이고 있음.



재 등 모든 종류의 자원가격이 상승했으며 상승 과정 중에 가격변동성이 크게 확대되었다.

이와 같이 자원시장의 장기상승 또는 하락추세를 의미하는 슈퍼사이클에 대한 논쟁은 가열되고 있으나 계량학적인 방법으로 정밀하게 이루어진 분석이 미흡한 상황이다. 더구나 선진국과 신흥국 정부와 주요기업들 모두 자원가격 변동에 주목할 만큼 자원시장의 가치가 부각되는 점을 고려하여, 자원가격의 슈퍼사이클을 분석하였는데 방법과 결과는 다음과 같이 설명하고자 한다.

1) 사용 자료 및 분석방법

본고에서 사용한 자료는 세계은행상품지수(World Bank Commodity Index) 가운데 에너지, 비에너지 지수의 평균치를 사용했다. 에너지부문은 석탄(4.7%), 원유(84.6%), 천연가스(10.8%)의 비율로 포함되어 있다. 비에너지는 금속류(31.6%), 농산물(64.9%), 비료(3.6%)로 가장 평균되어 있다.

사용된 자료의 기간은 1960년 1월부터 2012년 8월까지이며 월간지수를 사용하여 총 632개의 관측치를 포함한다. 월간지수를 사용하면 연간지수보다 매월 자원시장에 발생하는 충격과 그로 인한 변동을 그대로 반영하기 때문에 자원시장의 움직임을 왜곡 없이 측정할 수 있다는 장점이 있다.

분석을 위해서 월간지수를 실질가치로 환산하였다. 명목가치는 물가상승분을 반영하기 때문에 자원가격의 실제가치를 측정하기 위해서는 물가상승 영향을 제거하는 것이 바람직하다. 본고에서는 세계은행에서 발표하는 제조 단위가치 지수(MUV⁴⁾)를 사용하여 실질가치로 변환하였다.

기존의 자원가격 장기추세를 분석했던 문헌들에서는 슈퍼사이클보다는 특정한 시기의 자원가격 상승(bloom)과 하락(bust)을 분석하는 것에 집중했다.⁵⁾ 즉 자원가격의 장기시계열 자료를 분석하기 보다는 상승과 하락으로 시기별 구분을 한 후에 각 시기별 특성과 발생 배경 등을 거시적 관점에서 분석했다. 이러한 연구는 2000년대 후반 자원가격의 급등과 급락을 경험한 이후 본격적으로 발표되기 시작했다.

2012년 들어서 자원가격의 슈퍼사이클 연구결과가 본격적으로 발표가 되었다.⁶⁾ 특히 밴드패스 필터링(Bandpass Filtering)을 활용해서 가격의 장기 시계열을 분해하는 방법이 소개되었다. 밴드패스 필터링을 통한 시계열 분해기법(decomposition)은 슈퍼사이클을 식별하는데 유용하다. 이는 밴드패스 필터링이 연구자의 관심 대상 주기(cycles)의 상한 기간과 하한 기간을 설정함을 통해 단기순환주기(Business cycle), 중기순환주기(Intermediate cycle), 장기순환주기(Super cycle) 등의 변동요인을 각각 추출할 수 있게 하기 때문이다. 즉, 경제 시계열의

4) Manufactures Unit Value Index, MUV는 15개 선진국 및 신흥국의 제조업 물가를 미국달러로 환산한 수치로서 매월 발표되며 세계 경제전망이나 자원가격 예측 시에 활용됨.

5) 대표적인 논문으로 Carter, Rausser, Smith(2011), "Commodity Booms and Bust," Annual Review of Resource Economics(3), Baffes & Haniotis(2010), "Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective," The World Bank 등이 있음.

6) 대표적으로 Erten & Ocampo(2012), "Supercycles of commodity prices since the mid-nineteenth century," UN DESA, Zellou & Cuddington(2012), "Trends and Super Cycles in Crude oil and Coal prices," Colorado School of Mines, working paper 등이 있음.



움직임을 구성하는 다양한 순환 성분 중에서 연구자가 설정한 일정한 범위(band)에 속하는 성분들을 허용(pass)하고, 그 외의 범위에 속하는 성분들을 제거(filtering out)함으로써 연구자가 식별하고자 하는 순환 성분만을 추출하게 하는 방법이다.

특히, 밴드패스 필터의 한 방법인 Christiano와 Fitzgerald(2003)가 제시한 비대칭 필터(full sample asymmetric filter)의 경우 샘플 시작과 끝점의 관측치에 대한 손실이 없다는 장점이 있다. 이는 슈퍼사이클의 상승기 정점이 분석 자료 마지막 관측치일 수도 있는 상황에서 매우 큰 장점이 된다.

본고는 Zellou & Cuddington(2012)이 도입한 실증 방법론을 따라 슈퍼사이클을 식별하였다. 이 방법은 실질 상품가격지수의 자연 로그값(LP)을 주기 구분을 통해 4가지 구성요소로 분해했다: ① 장기 추세(T), ② 슈퍼사이클(SC), ③ 중기 순환(IC), 그리고 ④ 경기순환(BC).

각 구성요소에 해당하는 주기를 다음과 같이 분류하였다. 주기가 2~8년인 비즈니스사이클, 8~20년인 중기사이클, 20~70년인 슈퍼사이클, 그리고 70년 이상인 장기트렌트로 구분이 된다. 결국 자원가격 시계열은 비즈니스사이클(BC), 중기사이클(IC), 슈퍼사이클(SC) 등 세 가지의 다른 주파수를 가진 사이클의 합으로 나타낼 수 있다.

$$\text{가격} = \text{BC} + \text{IC} + \text{SC}$$

2) 분석결과

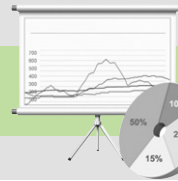
에너지, 원자재, 곡물로 이루어진 자원지수의 실질 가치를 분석한 결과, 1997년부터 시작된 3차 슈퍼사이클은 지난 15년간의 상승 에너지가 소진되어가며 정점을 확인하고 있는 것으로 보인다. 3차 슈퍼사이클은 1, 2차와 달리 대부분 자원가격이 상승한 것이 특징이다. 슈퍼사이클은 시기에 따라 하락국면에서 상승국면으로 전환되는 회복기, 상승 에너지가 강화되는 상승기, 상승 에너지가 소진되고 하락국면으로 진입하는 후퇴기, 하락추세가 완성되는 불황기로 구분할 수 있다. 현 시점은 3차 슈퍼사이클의 상승기가 종료되고 후퇴기로 진입하는 과정이라고 볼 수 있다.

품목별 분석결과에 따르면 에너지 및 원자재가격은 이미 하락국면에 진입했으며, 곡물가격은 아직 상승국면을 유지하고 있다. 1996년부터 상승하기 시작한 석유는 2012년 정점에 이르렀으며, 천연가스는 이미 2006년부터 하락국면에 진입했다. 구리는 최근 정점을 형성하고 있으며, 알루미늄과 아연은 이미 하락국면에 진입했다. 반면 곡물가격은 최근 2~3년간 발생한 기상악화로 상승국면을 유지하고 있는데 옥수수과 대두에 비해 밀은 가격상승률이 둔화된 모습이다.

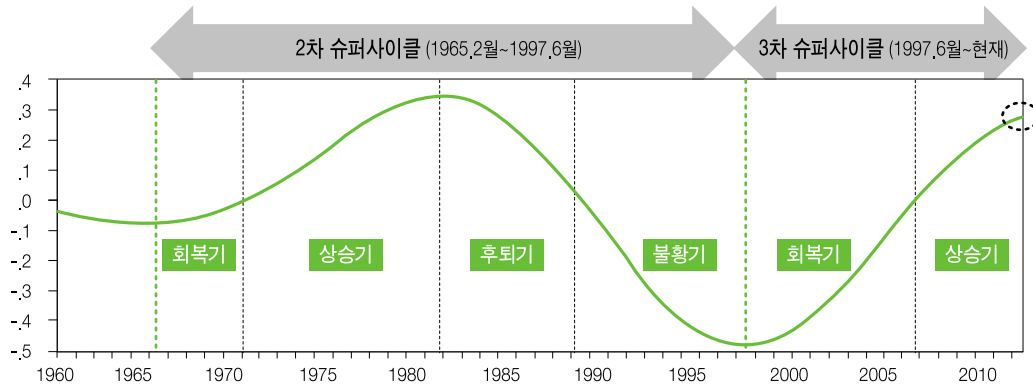
자원가격 하락세는 글로벌 경기악화로 인한 저성장 기조가 장기화되면서 가속화 될 전망이다. 선진국 재정문제가 심각한데다가, 신흥국 경제도 수출부진과 내수활력 둔화로 성장이 느려져 세계경제 회복이 부

〈표 3〉 밴드패스 필터링에 의한 가격사이클 분석

사이클	비즈니스(BC)	중기(IC)	슈퍼(SC)	장기트렌드(T)
주기	2~8년	8~20년	20~70년	70년 이상

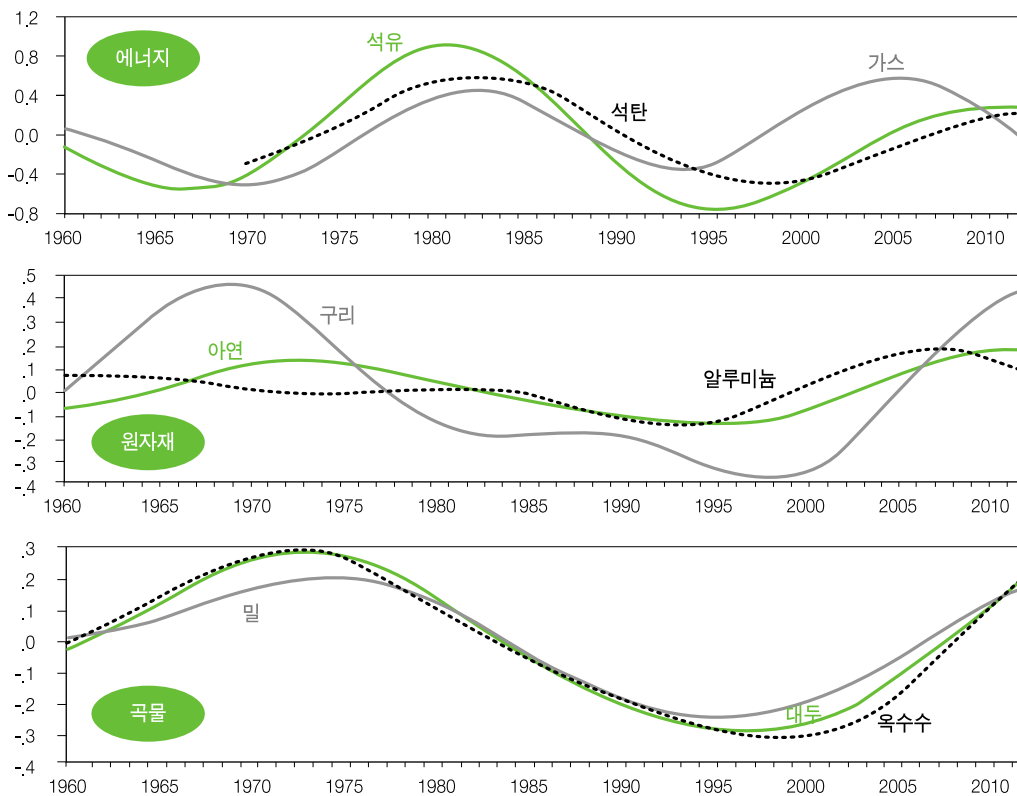


[그림 2] 실질자원가격의 슈퍼사이클

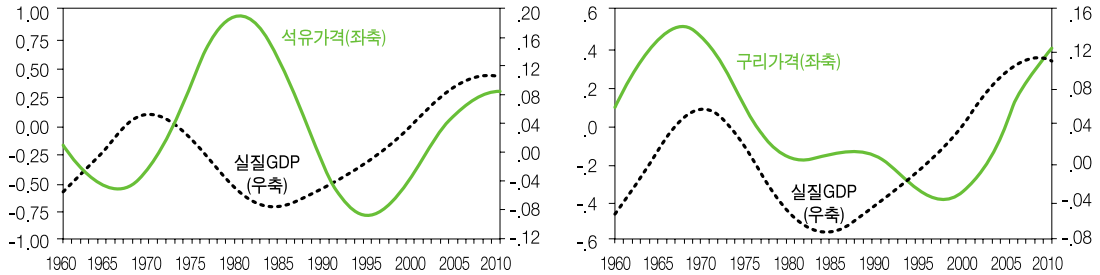


주: y축은 자원가격과 장기가격추세 간의 이격도를 의미. 즉 0.1은 장기추세로부터 10% 상승, -0.1은 10% 하락을 의미.

[그림 3] 주요 품목별 슈퍼사이클



[그림 4] 세계경제성장률과 석유 및 구리가격과의 장기관계



주: 1) 실질GDP는 G20 국가(산유국인 사우디아라비아 제외) 기준.
2) 각 축은 장기 추세와의 이격도를 의미.
자료: World Bank

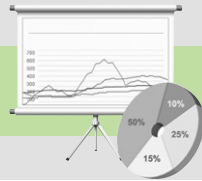
진하기 때문이다. 이에 따라 세계 경제성장의 장기 사이클은 지난 2009년을 정점으로 하락국면에 진입했는데, 대표적인 산업재인 석유와 구리의 가격이 세계 경제성장에 2~3년 후행한다는 점을 감안하면, 자원 가격은 중단기적 이슈에 의해 정점을 연장할 순 있지만 장기적으로 하락국면에 진입한 것으로 보인다.

자원시장이 장기적으로 하락국면에 진입한 것에 대한 의미를 경기와 자원시장 이슈라는 2가지 측면에서 살펴볼 필요가 있다. 자원시장의 큰 흐름은 세계경기 침체라는 거시적 시각에서 조망하고 하락국면의 속도와 기울기는 자원시장에 영향을 미치는 미시적 요인들로 판단해야 한다. 이 미시적 요인은 셰일가스, 신재생에너지, 바이오연료, 중국 자원수요, 기상이변 등 자원시장의 5대 이슈인데, 자원가격 하락국면에서 세계 자원시장을 교란시킬 것이다. 이를 진단하면 <표 4>와 같다.

3. 자원시장 하락국면의 주요 이슈

<표 4> 5대 이슈의 쟁점과 영향

이슈	쟁점	중장기 영향
셰일가스	환경오염 및 낮은 가격 유지 여부	가스 및 석탄 하락, 석유 제한적
신재생에너지	경제성 달성 및 화석연료 대체가능성	석탄 및 가스 제한적
바이오연료	곡물가격 상승 및 대체원료 개발	대두 상승, 옥수수 제한적
중국 자원수요	확대 vs. 축소	곡물 및 에너지 상승, 원자재 제한적
기상이변	추세적 증가 및 극복가능 여부	곡물 및 에너지 상승



가. 셰일가스는 에너지시장의 구제주인가?

미국을 중심으로 셰일가스 개발붐이 일어나면서 향후 에너지시장에 구세주 역할을 할 것이라는 기대감이 커지고 있다. 확인매장량 기준으로 전 세계가 60여년간 사용가능한 양이 매장되어 있으며, 잠재매장량 기준으로는 약 200년간 사용할 수 있는 양이 매장되어 있는 것으로 알려져 있다. 현재 32개국 확인 매장량을 보면, 셰일가스는 1,730억톤으로 원유 2,060억톤에 근접한 수준이며 천연가스 매장량 1,710억톤보다는 많은 수준이다. 미국의 천연가스 생산 중 셰일가스 비중은 2008년 8.9%이었으나 2010년에는 약 23%로 크게 증가했다.⁷⁾

하지만 과도한 물 사용, 환경오염에 대한 우려 등 부정적 측면의 비시장적 가치가 부각되면서 셰일가스 생산 확대에 걸림돌로 작용하고 있다. 수압파쇄에 사용되는 화학물질이 수질오염을 일으키고, 다량의 용수 사용으로 인한 수자원 고갈 위험이 존재한다. 또한 메탄가스 방출로 인해 온실가스가 증가하는 등 환경 측면에서 다양한 문제를 유발할 소지가 크다. 이에 따라 독일, 프랑스 등 유럽은 엄격한 환경규제로 인해 셰일가스 개발이 저조한 편이며, 미국도 2012년 5월 친환경적인 비전통 가스 개발원칙을 발표한 바 있다.

향후 이러한 환경요인이 가격에 반영된다면 현재의 낮은 가격이 지속될지 불투명할 것으로 우려된다. 미국 오바마 대통령은 2012년 연두교서에서 셰일가스의 안전한 개발을 위한 모든 조치를 취할 것이라고 언급한 바 있지만 미국, 영국, 프랑스 등 국가의 환경단체들은 수압파쇄 공법을 중지하도록 계속 요청 및 시위를 하고 있는 상황이다.

셰일가스 생산으로 미국 내 발전부문에서 사용되는 석탄이나 천연가스를 대체할 가능성이 크지만 석유시장에는 셰일가스의 효과가 제한적일 것으로 보인다. 장기적으로 석탄발전은 투자비가 낮고 오염물질 및 온실가스 배출량이 적은 가스복합 발전으로 전환될 전망이다. 하지만 수송용 연료로 사용되는 석유를 가스로 대체하는 것은 안전성과 효율성 문제가 있어 어려움이 큰 상황이다.

셰일가스의 에너지시장에 대한 영향은 세계 최대 셰일가스 매장국인 중국의 셰일가스 생산여부에 달려 있다고 볼 수 있다. 중국에는 전 세계 셰일가스의 약 19%가 매장되어 있으며 아프리카(18%), 미국(13%)이 뒤를 잇고 있다. 중국의 매장량은 뛰어나지만 셰일가스 생산을 위한 여건은 우호적이지 않다. 중국은 내륙 천연가스 인프라가 미흡하고 매장 깊이가 미국(2~4km)보다 훨씬 깊은 6km 이상으로 새로운 시추기술과 대규모 용수가 필요하다. 하지만 중국은 2015년까지 셰일가스 탐사와 기술개발에 집중할 계획이어서 주목할 필요가 있다. 에너지 수입비중이 높은 중국에게 셰일가스 생산은 에너지위기를 타개할 매력적인 수단이기 때문이다. 현 상황을 고려할 때 셰일가스 생산이 전 세계적으로 확대되기는 어렵지만 중국이 생산을 개시한다면 에너지시장에 강한 파급력을 초래할 것이다.

나. 신재생에너지는 유망한 대체에너지인가?

2000년대 이후 기후변화 위기에 대한 대응전략으로 신재생에너지 산업이 급성장했지만 글로벌 경제위기

7) EIA(2012), Annual Energy Outlook 2012.



〈표 5〉 신재생에너지 발전용량 추이(2004~2011년)

(단위: GW)

구 분	수력	풍력	태양광	기타	합계
2004년	781	48	4	49	882
2011년	970	238	70	82	1,360
연평균 성장률	3.1%	25.7%	50.5%	7.8%	6.4%

자료: REN21(각 연도), Global Renewable Status Report, 각호

를 겪으면서 시장이 위축되어 위기상황에 직면했다. 2005년 교토의정서 발효 후 신재생에너지가 대체에너지로 부상하며 세계적으로 투자가 급증했다. 전 세계 투자 규모는 2004년 330억 달러에서 2011년 2,570억 달러로 연평균 34.1% 증가했다.

급성장하던 신재생에너지 산업은 2008년 시작된 경제위기, 보조금 축소, 공급과잉 심화 등으로 2011년 이후 태양광을 중심으로 전반적으로 크게 위축되고 있다. 2004년 0.5유로/kWh의 높은 보조금을 지불했던 독일은 2006년부터 매년 최대 6.5%, 2008년부터는 매년 최대 11%씩 보조금을 삭감하고 있다. 태양광 공급과잉률 역시 2010년 1.6배에서 2011년 1.8배로 증가했다.⁸⁾ 공급과잉률은 생산능력을 생산량으로 나눈 수치로 숫자가 커질수록 과잉공급이 되고 있다고 볼 수 있다. 2012년에는 전 세계 36개 태양광기업이 4.5GW의 생산능력을 감축하는 한편, 대표적인 기업인 솔린드라, 에버그린솔라, 큐셀 등이 파산했다.

그럼에도 불구하고 세계 신재생에너지 발전은 2025년까지 연평균 3.8%씩 성장해서 화력발전의 성

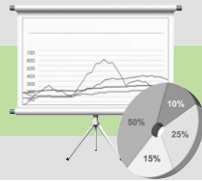
장을 1.8%를 상회할 것으로 예상된다.⁹⁾ 신재생에너지 보급 및 투자는 기후변화에 대응하는 신성장 동력의 일환으로 지속적으로 성장할 것이다. 현재 기후변화에 대한 국제사회의 대응 노력은 주춤한 상황이지만 선진국은 신재생에너지 보급을 지속 확대할 전망이다. 또한 신재생에너지에 대한 투자도 2010년 1,950억 달러에서 2030년 4,600억 달러로 연평균 4.4%씩 늘어날 전망이다.

이렇게 신재생에너지 산업은 화력발전과 함께 성장하겠지만, 주력 발전원으로서 석탄, 석유를 대체할 가능성은 적을 것으로 예상된다. 막막태양전지, 해상풍력 등 차세대 신재생에너지는 현재 효율 및 비용 등에서 문제가 있어 단기간에 기술혁신을 기대하기가 곤란한 상황이다. 또한 신재생에너지의 경제성이 확보되더라도 일사량, 풍량 등의 자연조건과 부지 제약으로 대규모 건설이 어려운 단점이 있다.

결과적으로 신재생에너지는 기술혁신의 어려움과 환경적 제약으로 인해 에너지시장을 위협하는 요인이 되는 힘들 것으로 평가된다. 향후 온실가스 규제강화,

8) 강정화(2012.4), "태양광 기업들의 기회와 위협요인," 한국수출입은행.

9) 신재생발전량(TWh): 3.7(2008년) → 7.0(2025년), 화력발전: 12.9(2008년) → 17.6(2025년), EIA, International Energy Outlook 2011, 2011.



유럽경제위기 해소, 탄소시장 회복여부, 셰일가스 생산 확대 등 변수들의 추이를 주의 깊게 지켜볼 필요가 있다.

다. '식량 vs 에너지' 갈등은 지속될 것인가?

옥수수를 비롯한 곡물가격이 상승하면서 옥수수 기반 에탄올 산업의 수익성이 악화되고 있으며 에탄올 생산중단을 요구하는 목소리가 커지고 있다. 미국의 에탄올 생산기업은 옥수수 가격이 급등하기 시작한 2012년 7월부터 연속손실을 기록 중이며, 일부 기업은 생산량 감축 및 폐업에 돌입했다. 미국의 1일 에탄올 생산량은 2012년 1월 3,900만 갤런에서 9월에는 3,300만 갤런으로 감소했다. 더구나 유엔은 2012년 8월 국제곡물가격이 급등하자 식량위기에 대처하기 위해 미국정부에 에탄올 생산중단을 요구하기도 했다.

이러한 위기가 지속되면서 미국정부의 재생연료의 무혼합제도 정책에 대한 수정 가능성이 주목을 받고 있다. 미국은 2022년까지 옥수수 기반 에탄올 150억 갤런, 옥수수 이외의 원료에서 생산하는 차세대 에탄올과 바이오디젤 210억 갤런 등 총 360억 갤런의 바이오연료 생산을 목표로 하고 있다. 옥수수 이외의 원료로 스위치그래스, 폐식물, 대두유, 바이오매스, 조류(Algae) 등 원료를 사용하여 차세대 바이오연료를 생산할 계획이다. 그 가운데 차세대 바이오연료 원료로 각광을 받고 있는 조류로부터 바이오연료를 생산하는 기술을 개발중이지만 아직 상업화 단계에 이르지 못했다. 한편에서는 2013년 의무혼합량 목표를 한시적으로 유예하자는 논의가 진행 중이며 차세대 바이오연료의 원료별 생산계획도 아직 불명확한 상황이다.

이러한 상황을 고려할 때 높은 옥수수 가격과 미국 가

솔린 소비량 감소전망에 따라 옥수수 기반 에탄올 산업은 정체되어 옥수수가격의 추가 상승은 제한적일 것으로 보인다. 2011년 에탄올 생산량은 139억 갤런이며 미국 내 생산 가능량은 149억 갤런에 이른다. 이는 2022년까지 설정한 생산목표치 150억 갤런에 근접한 수준이다.

2011/2012 곡물연도에는 옥수수 생산량 124억 부셸의 40.3%인 50억 부셸을 에탄올 생산에 사용했으며 2012/2013 곡물연도 기간에는 옥수수 생산량의 42.1%를 사용할 전망이다. 하지만 옥수수 생산량이 감소할 전망이어서 사용량은 45억 부셸로 오히려 줄어든 것으로 보인다. 에탄올 생산 목표를 달성하기 위해서는 약 54억 부셸의 옥수수가 필요하며 이는 2011년에 사용된 옥수수보다 약 8% 증가한 규모이다.

또한 미국 가솔린 소비량 감소전망에 따라 가솔린과 혼합하여 사용하는 에탄올 사용량도 감소될 가능성이 있다. 미국의 연간 가솔린 소비량은 2011년 1,338억 갤런으로 2010년에 비해 2.7% 감소했는데 향후 이 수준을 유지할 전망이다. 현재 가솔린과 에탄올의 최소의무혼합비율은 10%이며 자동차 엔진에 따라 85%까지 혼합이 가능하다. 즉 가솔린 소비량이 감소하면 에탄올 소비량도 감소할 수밖에 없는 구조이다.

현재의 차세대 바이오연료 생산기술의 발전 추세를 고려할 때 셀룰로오스와 조류를 기반으로 한 에탄올과 바이오디젤 분야의 기술개발이 빠른 시일내에 상업화되기는 쉽지 않을 것으로 전망된다. 미국 정부는 셀룰로오스 기반 에탄올의 경제성이 확보되기 전까지는 생산이 거의 없을 것으로 보인다. 이에 대한 대응책으로 대두를 이용한 바이오디젤 생산을 확대할 가능성이 커 보이는데, 이는 옥수수보다는 대두가격의 상승요인이 될 것으로 예상된다. 즉 식량과 에너지간의 갈등은 지속될 것이다.



라. 중국은 계속해서 세계 자원시장의 블랙홀이 될 것인가?

2000년대 이후 중국은 세계 에너지, 원자재, 곡물 소비의 블랙홀 역할을 담당해오고 있다. 중국의 산업화 및 도시화로 자원소비가 급증했는데, 2011년 세계 석탄소비의 약 49%, 구리의 약 40%, 대두의 약 26%를 중국이 소비했다. 2009년부터 2011년까지 3년간 중국의 GDP 대비 투자비중은 45.2%로서 선진국의 18.4%보다 두 배 이상 높았다.

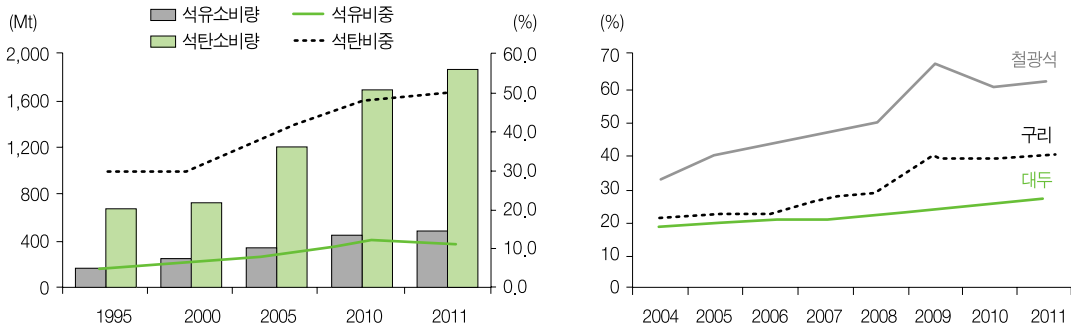
하지만 향후 중국의 세계 원자재 수요에 대한 견인력은 약화될 전망이다. 세계경제 침체로 중국이 성장 전략을 수출 주도에서 내수 주도로 전환함에 따라 중국의 원자재 소비 증가 속도는 둔화될 가능성이 크다. 중국의 제조업 규모는 2005년부터 5년만에 2배로 성장했지만, 2011년부터는 2배 성장하는데 10년이 소요될 것으로 보인다. 그러나 중국의 도시화를 상향계획이 원자재 수요의 버팀목 역할을 할 것으로 기대된다. 2011년 중국의 도시화율은 약 51%로 한국의 약 90%, 미국 약 81%에 비해서 매우 낮은 수준인데, 중국정부

는 이를 2020년까지 약 55%로 높일 계획이다.

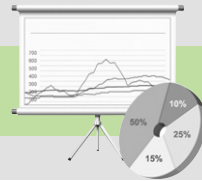
또한 소득 증가로 중산층이 확대되어 에너지와 곡물 소비는 지속강세를 유지할 가능성이 크다. 1인당 에너지 소비량은 2010년 1.9톤에서 2020년 2.7톤으로 증가하겠지만 그 이후 증가 속도는 감소할 전망이다. 그리고 중국정부의 자원이용 효율화와 온실가스 배출 감축을 위한 노력에도 불구하고 에너지 및 원자재 소비량 감소는 제한적일 것이다. 중국은 인구 규모가 크고 소득수준이 낮기 때문에 에너지 및 원자재 이용효율을 선진국 수준으로 향상시키는 것이 현실적으로 쉽지가 않다. 중국정부는 2015년까지 공업 부가가치 단위당 에너지 소모량을 약 21%, 교통부문 에너지 소모량을 6.2% 이상 감축할 계획이다.

중산층 확대와 식생활 변화로 육류 소비가 증가하고 기업형 축산이 증가해 곡물소비는 꾸준히 증가할 것으로 전망된다. 2010년 기준 중산층은 전체 인구의 약 23%인 약 3억명 수준인데 2020년에는 약 48%인 7억명으로 증가할 전망이다. 기업형 축산의 증가추세로 2020년까지 옥수수 수입은 2011년보다 4배, 대두는 1.5배 수준으로 확대될 전망이다.¹⁰⁾ 중국인 1인당 하루

[그림 5] 중국의 에너지 소비량과 비중(좌) 중국 자원소비의 세계 비중(우)



자료: 1) BP, Statistics 2012, 2) Morgan Stanley Global Metals playbook, 3) 한국농촌경제연구원



〈표 6〉 전 세계 및 중국의 석유수요 증가율(연평균) 전망

(단위: %)

구 분	2000~2007년	2013~2020년	2021~2030년
세계	1.6	1.1	1.0
중국	6.7	3.5	1.3

자료: EIA

계란과 돼지고기 소비량은 지난 1980년 각각 7.4그램, 33.4그램이었지만 2007년에는 각각 47.7그램과 90.2그램으로 크게 증가했다. 1인당 식품소비량은 향후에도 지속 증가하지만 증가속도는 둔화될 것이다.

마. 기상이변은 극복할 수 없는 걸림돌인가?

세계적으로 가뭄, 홍수, 폭염 등 기상이변 발생빈도가 증가하고 주기는 짧아지는 등 기상이변 위험이 확대되고 있다. 이에 대한 배경으로 인간이 배출하는 온실가스로 인한 지구온난화가 원인이라는 주장이 지배적이다. IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)는 20세기 후반부터 시작된 폭염과 집중호우, 해수면 상승 추세는 21세기에 본격적으로 진행속도가 빨라질 것이라고 경고한 바 있다. 또한 엘니뇨와 라니냐 등 대기 해양의 순환활동 또는 태양의 흑점활동¹⁰⁾으로 발생하는 자연적인 현상이 기상이변의 원인이라는 주장도 설득력을 얻고 있다. 2008년, 2010년, 2012년 등 약 2년 주기로 엘니뇨로 인한 기상이변이 발생했고 2011

년 미국, 멕시코, 아프리카 등의 가뭄은 라니냐가 원인이라고 밝혀졌다.

주요 학자들도 기상이변 발생원인과 추세에 대해 논쟁을 벌이고 있다. 미국 로렌스 리버모어 국립연구소의 폴 듀락은 지구온난화로 1950~2000년 사이 해수 증발과 강우로 이어지는 물 순환이 약 4% 빨라졌으며, 금세기 말까지는 약 20% 가속될 수 있다고 주장하여 지구온난화의 위험을 경고했다. 반면 미국 컬럼비아대학의 레이 피즈만은 네이처에 기고한 글에서 최근 세계 각지에서 발생하는 각종 분쟁의 4분의 1은 엘니뇨 때문이라고 주장한 바 있다. 최근까지도 지구온난화에 의한 기상이변 발생논리에 대해 회의적인 입장을 보이던 미국 버클리대학의 필러 교수는 뉴욕 타임스 칼럼을 통해 기존의 주장을 수정하고 지구온난화를 인정하는 입장으로 선회했다.

식량생산과 에너지소비가 기상상황 변화에 가장 민감하게 영향을 받는 만큼 앞으로 곡물 및 에너지가격이 상승하고 그 변동성도 지속 확대될 전망이다. 기상이변이 발생하면 밀과 옥수수 생산은 기상이변이 없을

10) Grain(2012), "Who will feed China: Agribusiness or its own farmers?": Decisions in Beijing echo around, <<http://www.grain.org>>.

11) 태양표면의 흑점이 11년 주기로 증감을 반복하는 과정 중에 태양으로부터 방출되는 자기장과 방사선도 함께 변동하여 태양흑점이 가장 적을 때는 가장 많을 때보다 태양의 광도가 0.1% 낮게 나타난다. 태양활동이 가장 약할 때 미국과 남유럽에서는 평년보다 추운 겨울이, 캐나다와 북유럽에서는 따뜻한 겨울이 나타나는 것으로 알려져 있음.



때보다 각각 5.5%, 3.8% 감소하고 가격은 평균 20% 상승한다고 분석되었다.¹²⁾ 그리고 폭염 또는 이상저온 현상과 같은 기상이변이 자주 발생하면서 에너지수요도 증가하고 있다.

또한 인류를 위협하는 물 부족 문제도 대두되고 있다. 기후변화로 인해 물 부족 우려가 커지면서 물을 다량으로 사용하는 농업과 자원개발 분야의 비용 상승 가능성도 제기되고 있다. 쌀과 옥수수 1톤을 생산하기 위해서는 각각 1,600톤과 1,022톤의 물이 필요하다.¹³⁾ 물 부족으로 인한 농업생산 감소 전망에도 대비를 해야 한다.

4. 자원가격 장기 하락국면의 대응방향

3차 슈퍼사이클의 상승 에너지가 소진되어 장기 하락국면에 진입한 것으로 보이지만, 5대 이슈가 자원시장 교란요인으로 지속 작용할 전망이다. 자원수급을 결정짓는 세계 경기변동이라는 거시적인 틀 속에서 자원시장을 구성하는 미시적인 요인들을 면밀히 주시해야 한다. 향후 자원가격의 장기 하락국면에서 거시경기와 5대 이슈가 순항 또는 길항 작용을 하며 하락국면을 형성할 것으로 예상된다.

이에 기업은 자원가격의 단기변동뿐만 아니라 장기적인 주기현상을 이해하고 선제적인 대응책을 마련해야 한다. 단기적인 시세변화에 대비하기 위해서는 관리기술이 필요하지만 장기추세에 대비하기 위해서는

치밀한 전략 설계가 중요하다. 미국의 석유기업인 셸은 유가 장기전망에 따른 시나리오 경영을 구사하여, 자원가격의 장기추세에 대응하는 시나리오별 위험관리체계를 마련하고 성장의 발판으로 활용했는데 이와 같은 사례가 주는 시사점을 참고해야 한다.

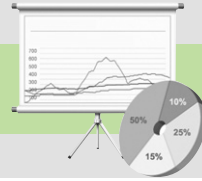
가. 장기추세를 고려한 해외자원 확보의 적정 시점과 전략 수립

자원 슈퍼사이클의 정점을 확인한 후 자원 탐사 및 개발과 관련기술에 선제적으로 투자를 확대하는 전략이 필요하다. 가격 상승국면이 본격화되는 시기의 자원확보 투자는 고비용 저수익 사업이며, 정점을 지난 후퇴기와 불황기가 투자적기로 볼 수 있다. 일반적으로 자원가격 하락기에는 자원생산기술 및 서비스에 대한 단기 기대수익률이 낮아져 투자가 위축되지만, 장기 기대수익률은 오히려 높아지므로 역발상의 투자가 필요하다. 1980~1990년대 2차 슈퍼사이클의 하락기간에 자원개발 투자가 부진했던 결과, 2000년대 자원공급이 수요에 미달하여 가격급등을 초래한 경험 이 있다.

자원개발 투자에 대한 단기적인 성과를 기대하는 정책은 지양할 필요가 있다. 자원시장 후퇴기에 시행한 투자의 결실은 다음 차례의 상승국면에서 발생하므로 장기적인 인내심이 필요하다. 스위스의 석유투레이더로 시작한 글렌코어는 1990년대 자원시장 약세 상황에서 저개발 지역에 선제적으로 투자한 결과

12) Lobell, Schlenker & Costa-Roberts(2011.7) "Climate trends and global crop production since 1980," Vol. 333, No. 6042, Science.

13) Hoekstra & Chapagain(2006), "Water footprints of nations," Water Resource Manage.



2000년대 이후 세계 최대의 원자재기업으로 성장했는데 이를 참고할 필요가 있다.

나. 자원가격의 하락국면을 새로운 기회로 활용

자원가격 하락은 자원수입이 많은 한국과 선진경제권에는 제조비용 감소, 물가안정, 무역수지 개선 등 비교적 긍정적으로 작용을 한다. 그리고 자원가격 하락으로 절감된 자본은 다른 대체자원 개발과 관련 산업 투자 등에 활용이 가능하다. 선진국은 이미 셰일가스, 신재생에너지, 바이오연료 산업 등에 집중적으로 투자를 하고 있다.

하지만 자원부국에게는 국가경제위축과 재정문제가 발생할 가능성이 있다. 특히 자원생산국의 경제는 자원가격 변동에 민감한 구조로 한국의 수출량도 동조화되는 경향이 있다. 러시아 수출가운데 자원비중은 69.5%이며 브라질은 65.1%에 달한다. 한국의 대자원수출국 수출비중도 2002년 10.0%에서 2011년 15.4%로 증가했다. 즉 자원부국 경제위축에 대비한 전략이 필요하다.

반면 자원부국의 자산가치 하락에 따라 이들 국가의 자원기업에 대한 인수합병이나 투자기회가 확대될 것으로 기대된다. 그리고 신흥국 중 자원수출 비중이

낮고 제조업 비중이 높은 국가의 중간재 및 소비시장에 주목해야 할 필요가 있는데, 터키, 인도, 이집트, 폴란드 등의 국가가 성장이 유망할 것으로 예상된다. 이렇게 장기적인 자원가격 하락시대를 대비해서 한국 기업과 정부는 새로운 기회로 활용해야 한다.

참고 문헌

〈국내 문헌〉

강정화, 태양광 기업들의 기회와 위험요인, 한국수출입은행, 2012

국제금융센터

금융통계DB

한국농촌경제연구원(<http://www.krei.re.kr>)

한국무역협회(<http://www.kita.net>)

〈외국 문헌〉

Arbatli & Vasishta(2012), Growth in Emerging Market Economics and the Commodity Boom of 2003-2008: Evidence from Growth Forecast Revisions, Bank of

〈표 7〉 원자재지수와 한국 수출

(단위: 억달러, %)

연 도	CRB 원자재지수	한국 총수출(A)	자원생산국으로의 수출(B)	비중(B/A)
2002 년	227.5	1,624	162	10.0
2011 년	311.2	5,565	858	15.4

주: 자원생산국에는 중동 산유국과 브라질, 아르헨티나, 멕시코, 인도네시아 등 20개국이 포함.

자료: 국제금융센터, 금융통계DB; 한국무역협회, kita.net.



- Canada Working Paper
- Baffes & Haniotis(2010), Placing the 2006/08
Commodity Price Boom into Perspective,
The World Bank
- BP, Statistics, 2012
- Carter, Rausser, Smith(2011), Commodity
Booms and Bust, Annual Review of
Resource Economics, 3
- Christiano & Fitzgerald(2003), The band pass
filter, International Economic Review, 44
- Erten & Ocampo(2012), Supercycles of
commodity prices since the mid-
nineteenth century, UN DESA
- Hoekstra & Chapagain(2006), "Water footprints
of nations," Water Resource Manage
- Lobell, Schlenker & Costa-Roberts(2011.7),
"Climate trends and global crop
production since 1980," Vol. 333, No.
6042, Science
- Morgan Stanley Global Metals playbook
- REN21(각 연도), Global Renewable Status
Report, 각호
- Zellou & Cuddington(2012), Trends and Super
Cycles in Crude oil and Coal prices,
Colorado School of Mines, working paper
- Beijing echo around(<http://www.grain.org>)
- www.koreapds.com
- WorldBank(<http://www.worldbank.org>)
- 〈웹사이트〉
- Energy Information Administration(<http://www.eia.gov>)
- Grain(2012), "Who will feed China: Agribusiness
or its own farmers?: Decisions in