

## 세계의 유황수급 전망

S.P. Ceccotti and D.L. Messick  
 The Sulphur Institute  
 1140 Connecticut Avenue, N.W.  
 Washington, DC 20036  
 U.S.A.

### 요 약

'90년대 전반기 중 세계 경제 상황은 정치, 경제 및 환경의 급격한 변화에 따른 불황으로 유황시장에도 심대한 영향을 미치게 되었다. 이와 같은 경기의 후퇴는 다수의 생산자로 하여금 전반적인 시장 상황을 바꿀 수 있는 전략 변경 및 새로운 시장 개발을 촉진시키게 하였다. 최근에 전개되고 있는 극단적인 정치·경제적인 변화는 재래시장과 무역균형을 변경시키게 되었다. 개선되는 세계경제에 따른 광범위한 구조조정과 지난 2년간 진행되어온 전반적으로 농업에 유리한 조건에 힘입어 1995년 유황공업은 회복이 시작되어 54.63백만 톤이 생산되었다. 국제 유황 무역은 수요와 공급 면에서는 균형을 못 찾고 있다. 1995년 유황생산 중 무역량은 45%에 이르렀다. 유황생산에 영향을 주는 요소가 변함에 따라 무역의 형태가 변하게 되고 세계 유황 수급 균형에 영향을 주게 되었다.

지난 2년간 있었던 유황생산 회복은 다음 십년간 지속될 것으로 예측된다. 대부분 수요의 증가는 천연가스의 생산을 지배하는 요소에 따라 결정 될 것이다. 1986년 이래 유가가 떨어진 후 세계 에너지 수요는 연간 2.3% 증가하였다. 석유와 가스는 미래 에너지 수요의 증가로 70%이상을 공급하게 될 것이다. 동아시아에서 회수 유황은 원유의 정제로부터 유래된 것으로 가장 신장이 큰 공급원으로 2005년까지 주요 유황생산 부분이 될 것이다. 동아시아에서 주요 회수 유황생산국은 일본으로 전체의 66%를 차지한다. 석유 정제로부터 회수 유황생산량은 동아시아에서 증가하고 있다. 유황회수 시설 투자는 일본을 위시하여 한국, 싱가포르 및 태국에서 이루어지고 있으며 이는 점차 증대되는 환경규제에 기인된다. 동아시아 공업국가 예컨대 일본과 한국에서의 유황소비는 인산생산 저조로 정체해 있으나 지난 10년간 여타의 아시아 국가에서의 유황소비는 꾸준히 증가되었다. 이 같은 증가는 앞으로 10년간 계속 될 것으로 추정된다. 이는 유황비료 소비가 4.81백만 톤에서 6.6백만 톤으로 증가될 것으로 예상되고 이는 주로 중국이 내수 인산생산을 증가시키려는 데 기인된다. 더욱이

다가올 10년은 다수의 아시아 국가의 급속한 경제 발전으로 비료 이외의 유황의 소비가 꾸준히 증가 될 것이다.

동아시아는 10.29백만 톤을 생산하고 10.99백만 톤을 소비하여 1995년에는 70만 톤의 유황이 부족하였다. 이와 같은 영향이 계속된다면 동아시아 유황부족은 2005년에는 1.05백만 톤으로 증가될 것으로 예상된다. 그러나 중국에서 황화철에서부터 공급되는 유황함량이 많아 이 지역에서의 원소유황의 진정한 균형에 대해서는 정확하게 평가되지 못한다. 1995년 동아시아에서는 1.3백만 톤의 원소유황을 일본, 캐나다, 미국에서 수입했다. 이들 국가는 앞으로도 이 지역의 주요 공급자가 될 것이다. 황산의 많은 양은 일본에서 이 지역으로 수출되는데 그 양은 1995년 10만 톤 이상에 이른다. 더욱이 경제·환경적 이점 때문에 중국이 황화물에서 회수하는 유황대신 원소유황의 수입을 지속적으로 증가시키고 있어 지역내의 유황 부족이 증가 될 것이다. 이 같은 상황진전으로 앞으로 10년 이내에 2.5백만 톤의 추가시장이 있게 될 것이다. 이 기간내 한국으로서 현재 326,000톤의 부족에서 2005년에는 309,000톤의 과잉으로 유황균형이 변할 수 있는 주요 계기가 될 것이다. 이 같은 과잉은 회수 유황생산이 1995년 333,000톤에서 2005년 870,000톤으로 161%가 증가될 것으로 예상된다. 동기간 내에 기타 유황생산은 280,000톤에서 320,000톤으로 14% 증가되는 것으로 추정된다. 그리하여 2005년 한국에서 유황 공급은 1.19백만 톤이고 수요는 881,000톤으로 추정된다.

미래 한국에서 유황의 또 다른 잠재시장은 식물양분으로서 이다. 인산비료 생산은 유황산업의 골격으로 1995년 세계적으로 인산비료는 유황소비의 53%인 53.60백만 톤을 점유하였다. 작물의 유황결핍 현상은 세계도처에서 나타나고 있어 식물양분으로서 유황시장은 20년전의 시장과 같이 활황을 띠는 시장으로 유황공업이 때를 만나게 될 것이다. 공업국에서 유황의 대기로의 방출억제로 자연 공급량이 감소되고 개발도상국에서 증산으로 유황의 탈취가 증가됨에 따라 유황 부족은 점차 중요한 문제로 확산되고 있다. 세계적으로 1993~1994년간 7.52백만 톤으로 추정되는 유황 부족이 농산물의 수량과 질을 하락시키는 결과를 가져오게 하였다. 이와 같은 현상으로 유황비료의 수요가 증대되었고 산업계는 수요증대에 대응할 기술개발에 노력하게 되었다. 현재의 식량생산과 비료 소비추세가 지속된다면 아시아에서 2000년까지 매년 4.5백만 톤의 유황 부족이 있게 될 것이다. 이와 같은 유황비료의 부족은 적절한 대책을 취하지 않는 한 2010년에는 6.5백만 톤으로 증가 될 것이다. 동아시아는 경제발전으로 유황비료 장기 잠재시장이 기대되고 새로운 시장으로 50%이상을 점유하게 될 것이다.

서구와 북미에서 유황비료 산업은 이윤 있는 잠재시장으로 인정되고 상업적으로 앞서 있는 시장이다. 집중하는 수요에 대한 대처와 유황비료의 성공은 시장에서 가격에 좌우된다. 실제로

북미와 서구에서 현재의 소매가격은 유황 톤당 266~466\$의 범위에 있다. 인도에서는 비료로서 유황시장은 덜 발달된 단계로서 대표가격은 120\$이다. 이 가격 범위로 보아 2010년에 동아시아 시장의 잠재 유황비료 시장은 3.4백만 톤에 이르고 비료공업에서 추가로 얻는 이윤은 408백만 내지 1조5천억\$이 될 것이다. 이와 같은 시장이 발전 될 수 있는 것은 계속된 제품개발과 비료 산업 시장개척에 달려있다.

## 서 론

유황은 자연상태로 산출되는 중요한 원소의 하나로 세계적으로 주요 원자재로 교역되고 있다. 현재 유황의 광범위한 사용은 농업과 공업생산 수준과 맞물려 있다. 유황은 푸래쉬공법과 자연자원으로 원소상태로 채광되거나 황철광, 비철금속, 정유, 가스정제과정에서 회수된다. 역사적으로 채광된 유황이 큰 비중을 차지하였으나 오늘날에는 경제적으로나 환경규제면으로 정유 또는 가스정제에서 회수된 유황이 주요 공급원이 되고 있다. 황산의 원료로서 유황은 특히 비료와 화학공업분야에서 주요한 원료 물질로 1995년에 생산된 유황의 96%가 황산으로 소비되었다. 1990년대 초에는 유황생산 및 소비가 세계경제의 후퇴와 구소련 및 동구의 해체, 증가되는 환경규제로 특히 공업국가에서 지속적으로 감소되었다. 그러나 지난 몇 년간 세계 경제의 회복과 농업여건의 전반적인 개선과 함께 광범위한 구조조정에 힘입어 유황 산업은 회복이 되었다. 국제 유황교역은 세계 유황 수급과는 맞지 않게 유지되고 있다. 1995년에 생산된 유황의 45% 가량이 교역되었고 유황생산에 영향을 미치는 요인이 변함에 따라 교역의 형태가 달라지고 이에 따라 유황의 세계수급에 영향을 미치게 된다. 매년 생산되는 유황의 반 이상이 인산질비료 제조용으로 소비되어 유황공업은 인산질비료공업 추이에 따라 밀접하게 움직이는 일종의 연관산업이다. 그러나 지난 20년간 비료의 구성이 변했고 작물생산이 집약화 되었으며 대기로의 SO<sub>2</sub> 가스방출이 감소되면서 토양에서 유황성분의 결핍은 중대한 문제로 대두되게 되었다. 특히 최근에는 비료시장이 이 점에 주목하게 되었는데 이는 세계도처에서 농민이 유황비료의 중요성을 인식하고 요구하고 있기 때문이다. 본고는 세계 유황생산 및 소비주체를 아시아에 중점을 두어 개관하고 앞으로 유황의 수급 및 교역이 한국에 미칠 영향에 대하여 논하고자 한다. 더욱이 아시아농업에서는 유황이 중요한 역할을 하게 된 최근 발전에 대하여 기술하고 유황수급 및 교역을 유황비료의 새로운 잠재시장과 연결하여 한국 유황공업이 적절한 시장전략을 실행할 경우 발전될 수 있는가를 검토하였다.

## 세계 유황생산과 소비현황

1990년과 1992년 세계유황 수급은 거의 균형을 이루었다. 그러나 1993년은 수요의 격감으로 1.75백만 톤의 공급과잉이 있었다. 1994년은 수요의 회복으로 잉여량은 1.39백만 톤으로 줄었고 1995년은 비료와 기타 부분에서 유황수요가 급증하여 공급의 증가에도 불구하고 약 1백만 톤으로 조정되었다. 유황생산은 1989년 60.1백만 톤으로 최고에 이르렀으나 그 후 급격히 감소하여 1993년에는 52.15백만 톤으로 1982년 이래 최저 수준에 이르렀다(그림 1). 이와 같은 세계적인

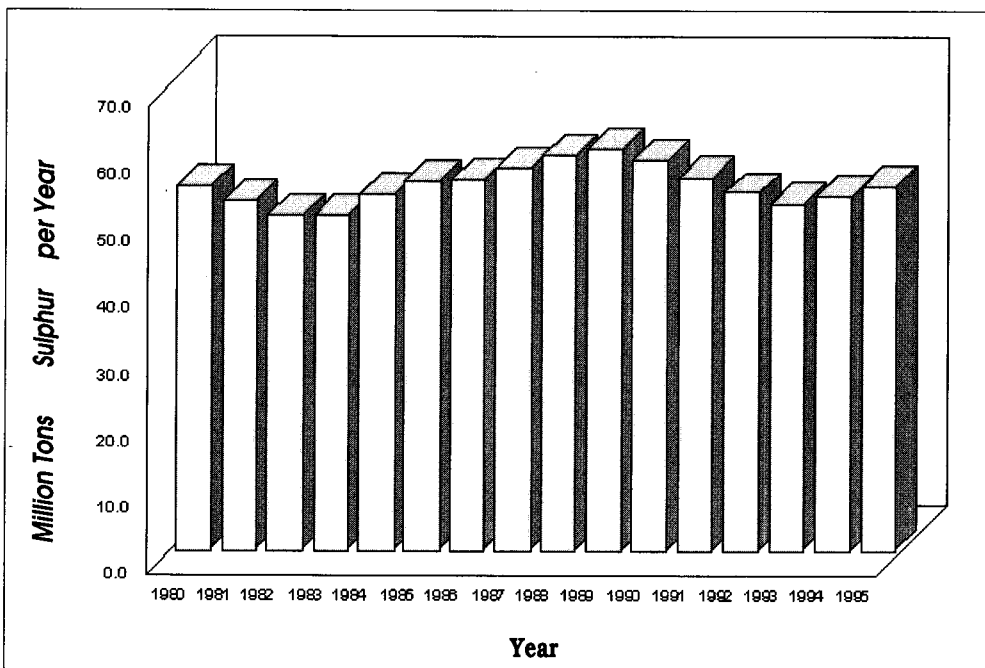


Figure 1. World sulphur production.

감소추세는 1994년에 끝나 유황공급량은 53.31백만 톤으로 증가되었다. 각각 3.9%와 9.9% 감소한 동구와 오세아니아를 제외하면 구소련을 포함하여 모든 지역에서 생산량이 증가되었다. 1990년이래 황철광에서 회수된 유황생산량은 18%에서 13%로 감소되었으나 비철금속에서 회수된 유황생산량은 17%에서 19%로 증가되었다(그림 2). 석유와 가스의 정제로부터 회수된 유황은 43%에서 57%로 증가되었다. 반면 프래쉬공법에 의한 유황생산량은 21%에서 10%로 낮아졌다. 이와 같은 변화는 자유자재로 생산할 수 있는 프래쉬공법의 황철광 유래 유황의 생산량을 1990년 39%에서 1995년 23%로 감소시켰다. 반대로 정유에서 회수된 유황은 총생산량이 감소되었

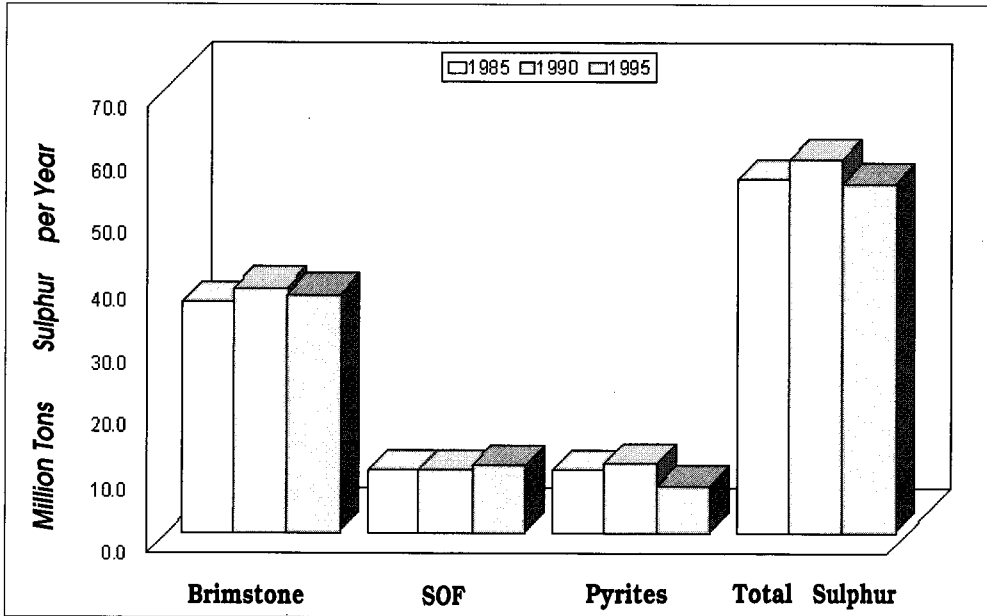


Figure 2. World sulphur production by type.

음에도 불구하고 증가되었다. 지난 5년동안 인산수요의 감퇴로 특히 유럽에서 채광된 유황 생산량에 큰 영향을 미치게 되었는데 그들은 인산공업을 구조조정과 맞지 않은 시장 상황을 적용해 왔다. 국내 인산 수요감퇴, 동구 및 구소련의 덤핑수출, 환경규제, 농업개혁 등이 인산 생산산업을 비인기 산업으로 전환시키게 되었다. 동구와 구소련의 정치, 경제적인 불안정은 유황 및 인산생산에 지속적으로 영향을 줘 예측이 불가능하였다. 세계유황 생산자는 과잉 수요 상황에 신속하게 적응해야만 했다. 이에 따라 채광 유황생산업자는 푸래쉬공법 또는 황철광에서 회수되는 유황의 생산은 감소되었거나 전무상태이었고 회수생산의 경우 캐나다에서는 추가 생산된 유황은 저장하여 비축량을 늘려가고 있다.

1995년 북미가 가장 큰 유황 생산자로 전체의 38%, 다음이 동아시아 19%, 서유럽 12%, 구소련 11%, 서아시아 7.6%, 동구 5%순이다 (그림 3). 이는 1989년 사정과 실제적으로 다른 것으로 그 때는 북미가 30%의 시장을 점유했고 동아시아 14%, 서유럽 13%, 구소련 17%, 동구 11%이었다. 동구 및 구소련에 발생한 일련의 사건 결과로 그 지역 생산은 1989년 수준의 반으로 감소되었다. 지난 2년간 유황생산 회복수준은 다음 10년간 계속될 것으로 예상된다. 증가의 대부분은 수요에 따른 석유 및 천연가스로부터 회수된 유황생산에 의한 것이다. 휘발유 가격이 떨어

진 1986년이래 세계 에너지 수요는 연간 2.3% 증가하였다. 휘발유와 가스는 앞으로 에너지수요 증가의 70%이상 점유할 것으로 예상된다. 천연가스로부터 회수되는 유황생산은 가스수요 및 생

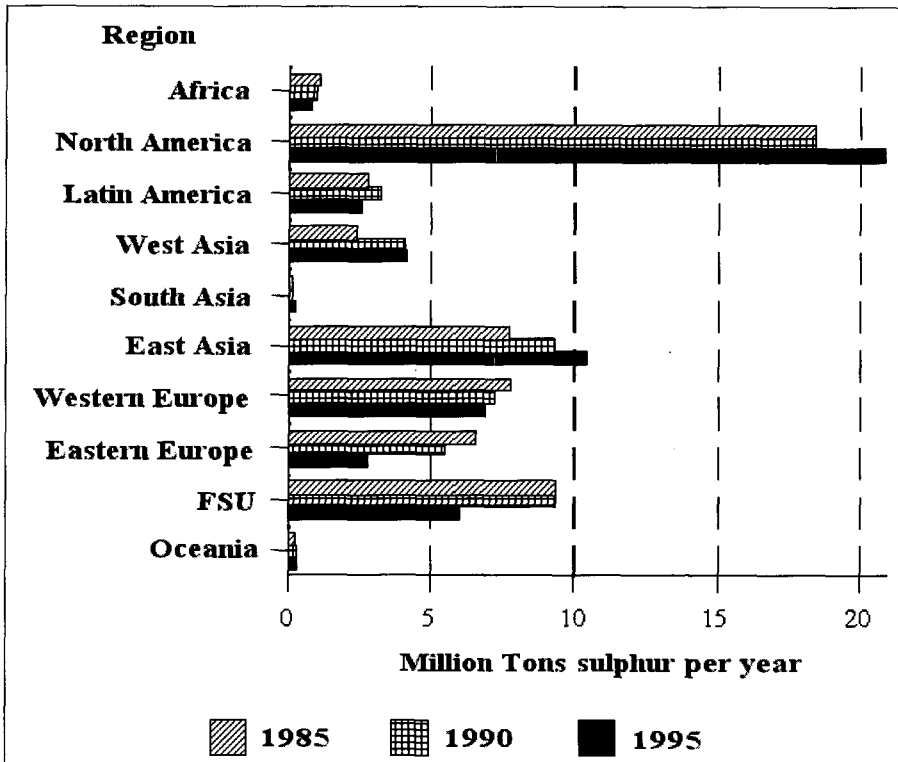


Figure 3. Regional sulphur consumption.

산, 가스의 평균 유화수소 함량 등에 의해 결정된다. 원유에서의 유황생산은 휘발유 수요 및 공급, 원유의 정제와 최종산물의 수출 등에 따라 좌우된다. 또한 환경규제에 따라 SO<sub>2</sub> 가스방출억제 시설강화에 따라 서로 차이가 크다.

세계 유황 소비는 1995년 연속 2년째 증가되었다. 주로 인산질비료 수요증가에 기인된 것이다 (그림 4). 이 같은 증가는 1994년에 시작되었으며 1988년에 꾸준한 감소 세와는 정반대의 경위이었다. 1995년 세계 유황 소비는 51.92백만 톤에서 53.6백만 톤으로 비료용 유황소비는 27.75백만 톤으로 450,000톤 증가하여 1.7% 증가되었다. 반면 비료이외의 기타 분야의 소비는 25.86백만 톤으로 1.24백만 톤이 증가되어 5%가 상승되었다. 감소 몇년후 이 같은 주요 증가세는 주로 중남미, 서아시아, 동아시아에서의 소비회복에 기인되었다.

유황소비는 일반적으로 1990년대 초기 농업 및 공업분야의 전반적인 경기후퇴에 영향을 받았으며 주요 소비감소는 구소련과 동구의 몰락에 기인된 것으로 평가된다. 1990년과 1994년 유황소비는 상기 두 지역에서만 7.5백만 톤이상 감소되었는데 세계적으로 6.4백만 톤이 감소된 것에 비하면 큰 폭이었다. 서구에서 수요의 또 다른 감퇴는 동기간에 소비가 1.1백만 톤에 달했는데 이는 인산질 비료공업의 구조변화에 주로 기인된 것이다. EU에서 농업개혁 및 환경규제는 비료 및 기타 분야에서 유황 사용을 지속적으로 감소시키는 계기가 되었다. 그 밖에 실제 소비는 1990년과 1995년에 증가되었는데 이는 구소련과 동구에서 급격한 감퇴를 상대할 만큼 충분하지 못했다.

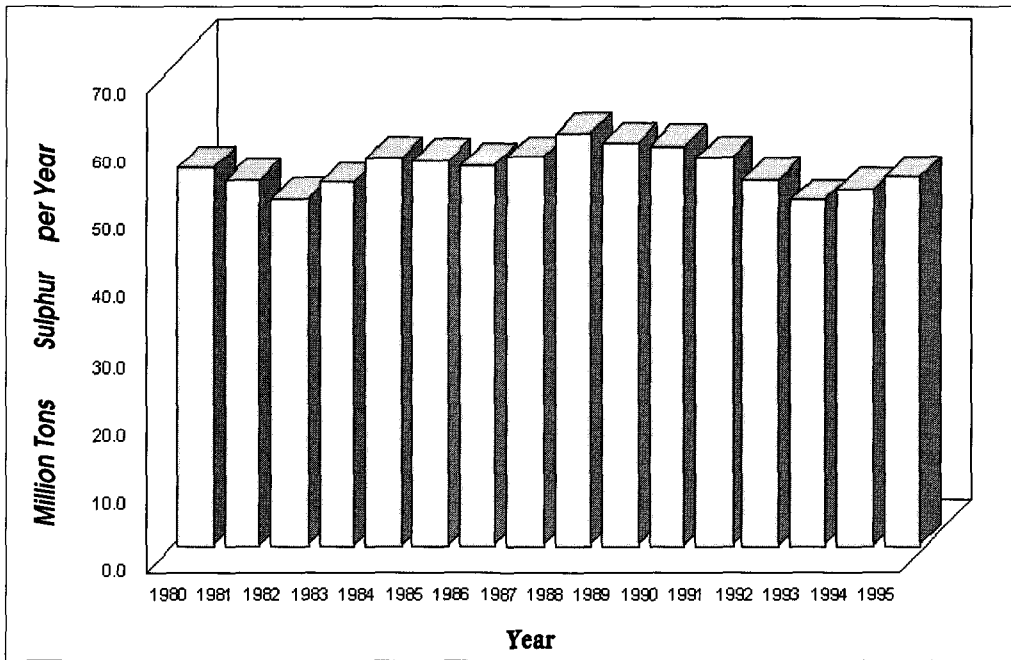


Figure 4. Regional sulphur consumption by end use in 1995.

인산 공업의 구조조정은 지난 10년간 유황 소비에 크게 영향을 해왔고 앞으로도 계속될 것이다. 인산을 기축으로 한 비료와 인광석 채광 및 가공 연계는 2개의 주요지역에서 인산질 비료 생산의 중심이 된다. 이와 함께 아프리카와 북미는 비료용이 전 유황생산의 반을 차지하고 있다 (그림 5). 이 유황 소비중 약 60%가 인산제조용으로 수출된다. 전 세계적으로 전체의 반이 비료제조용으로 사용된다. 이 같은 자료는 비료수출과 유황소비와의 관계가 있음을 말해주고 있

다. 유황소비는 1994년 현저하게 증가되었으며 이는 중국이 인산 2.24백만 톤에 해당하는 DAP를 수입한데 기인된다. 1993년에는 1.11백만 톤을 수입한바 있다. 세계 비료제조용 유황소비는 중국과 인도의 구매정책에 좌우되며 1994년 두 나라의 인산수입은 절반에 이르고 있다.

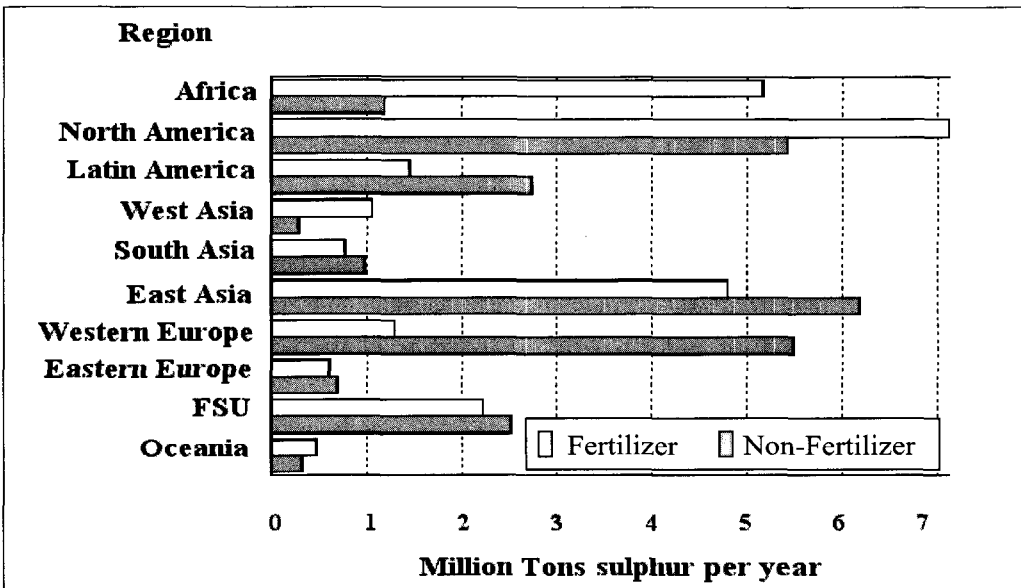


Figure 5. Regional sulphur consumption by end use in 1995.

비료 이외의 유황수요는 1995년에 25.86백만 톤까지 급증하였는데 이는 1994년 24.62백만 톤으로 저조한 수요에 기인된다. 이 같은 증가에는 서아시아, 구소련 및 중남미 제국에서 각 19%, 14%와 13% 증가된 데에 기인되었다. 비료이외의 유황수요는 1985년에 27백만 톤으로 절정에 달했다. 매년 사용량은 심하게 변했으나 일반적으로 감소 세에 있다. 이는 세계 경제의 퇴조가 지난 수년간 수요에 영향을 주었고 다른 요인으로는 환경규제와 주요 공업분야에서 제조공정의 변화가 있었다. 비료이외의 분야에서 유황소비 시장은 더욱 위축될 것으로 전망된다. 이와 같은 경향은 황산 사용 감축으로 이어지게 될 것으로 황산의 회수 및 순환이용이 보편화 될 것이다. 공업용 유황 소비변화 가능성은 티탄 및 카프로락담의 제조 공정의 기술적 변화이며 이에 따라 전체 황산 필요량이 감소될 것이다.



## 동아시아의 유황수지 개관 및 한국의 사례

동아시아에서 유황의 가장 큰 소비자와 생산자는 중국과 일본이며 기타 인도네시아, 필리핀 및 한국도 주요 소비자이며 생산자로서의 역할도 증대되고 있다. 지난 10년간 개발도상국인 아시아제국은 유황의 소비가 주로 비료이용 분야에서 꾸준히 증가되었다. 공업국인 일본과 한국에서 유황소비는 인산 생산의 전반적인 퇴조로 꾸준히 감소되었다. 중국을 제외하고는 비료와 기타 분야에서 유황소비가 증가되었는데 소비증가의 대부분은 공업분야에서 있었다.

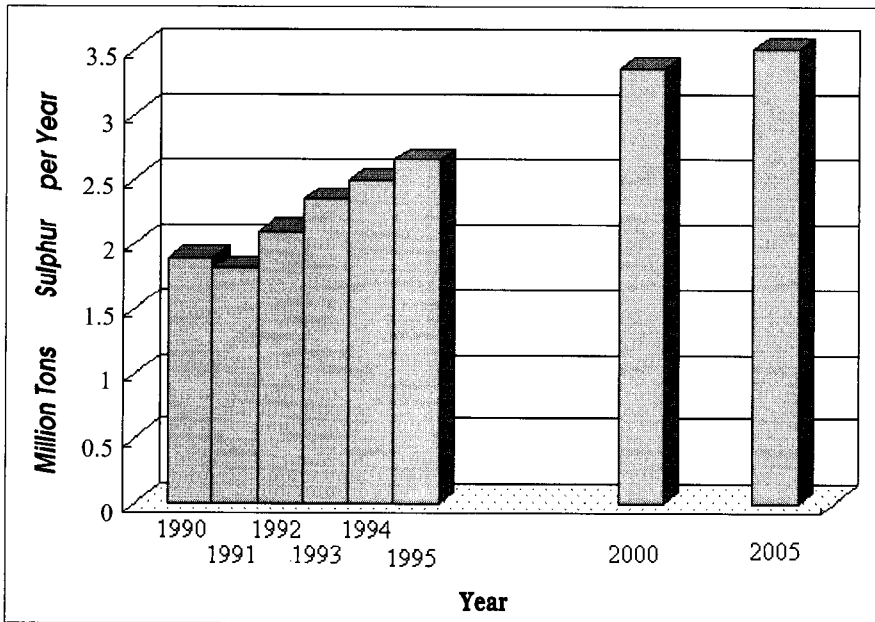


Figure 6. East Asian oil recovered sulphur forecast.

동아시아의 유황은 원유정제 과정에서 생산된 것으로 급증하는 공급원으로 2005년경에는 비철금속 제련에서 발생하는 양을 초과 할 것으로 예상되고 있다. 정유공장에서 회수된 유황 생산량은 동아시아에서 급격히 증가될 것으로 (그림 6) 탈황시설투자가 일본, 한국, 싱가포르 및 태국에서 점증하는 환경규제로 강화되고 있다. 동아시아에서 회수되는 유황은 일본이 가장 많아 전체의 66%에 이르고 지난 몇 년 동안 꾸준히 신장되었다. 1990년에는 1.8백만 톤에서 1995년 2.25백만 톤으로 42%증가되었는데 이는 일본의 역할로 1.27백만 톤에서 1.68백만 톤이 증산되었다. 일본은 세계5위의 유황생산자로서 생산량의 45%를 점유한다. 일본은 원유에서 회수되는

유황 생산량이 세계2위로 미국 다음의 순이다. 이 같은 생산 증가는 원유 수입증가나 정유 능력의 증가에서 기인된다. 앞으로 10년간 현존하는 정유시설로부터 유황 회수율의 증가와 더불어 추가 정유시설과 중국, 베트남, 기타 동남아시아의 유전개발로 유황생산은 증가될 것이다. 인도네시아와 필리핀에서의 새로운 정유공장의 설립은 전반적으로 생산량을 증가시킬 것이다. 이 지역에서 정유로부터 생산되는 유황은 1995년 2.55백만 톤에서 2005년에 3.5백만 톤으로 예상되고 이는 동아시아 시장에서 사우디아라비아산 원유의 가격 및 이용에 달려 있다. 문제는 언제 이란산 원유가 이 지역 시장에서 유통될 것인가가 중요한 변수의 하나다.

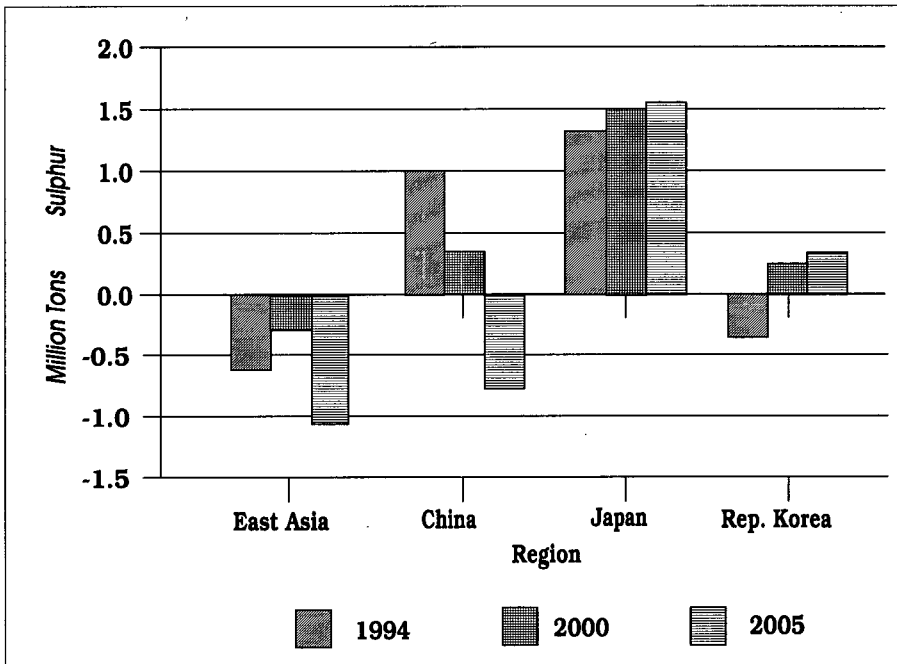


Figure 7. Regional sulphur balance.

1995년에 비철금속 회수 유황생산은 2.71백만 톤에 이르렀으며 동아시아에서는 일본이 주요 산출국으로 1.45백만 톤을 생산하여 이 지역 총 생산량의 54%를 점유하였다. 중국이 720,000톤을 생산하였고 나머지는 한국 및 필리핀이 차지하였다. 제련능력의 확대계획에 따라 2005년에는 3.27백만 톤이 공급될 것으로 예상된다. 이 지역의 정유 및 제련에서 산출된 유황생산은 한국에 직접적인 영향을 미칠 것이다(그림 7). 한국에서의 유황 수급은 1995년 현재 326,000톤이 부족한 것으로 나타났으나 2005년에는 309,000톤에서 2005년 870,000톤으로 증가되어 61% 증산되는 것

으로 추정되었다. 이 기간 동안 비철금속 유래 유황은 280,000톤에서 320,000톤으로 14% 증가에 머물렀다 (그림 8). 따라서 한국의 유황공급은 2005년에 1.19백만 톤을 생산하고 수요는 881,000 톤으로 추정되어 유황이 남는 국가에 속하게 될 것이다.

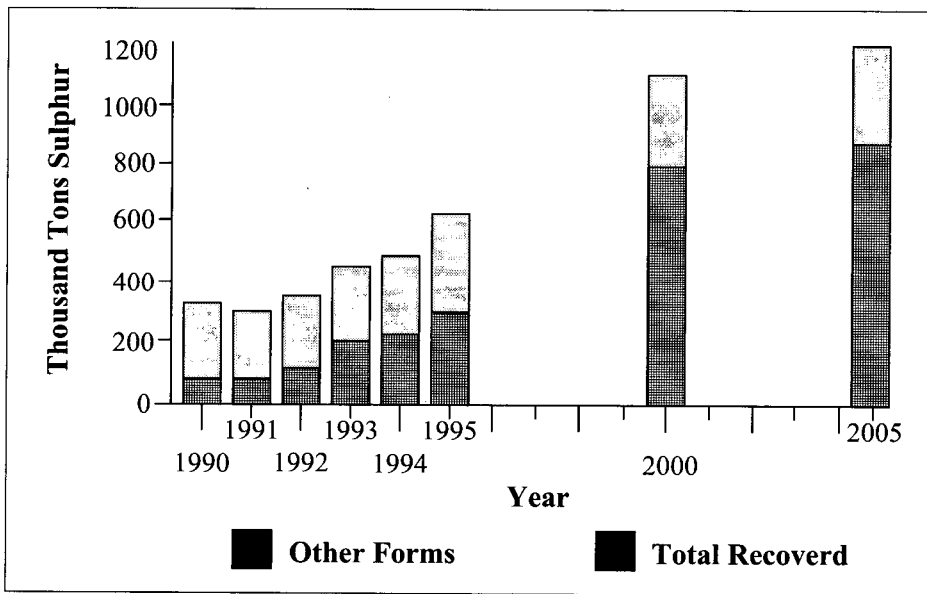


Figure 8. Korean sulphur production in all forms.

## 중국: 인접한 거대한 시장

중국은 이 지역 최대 유황생산국이자 소비국가이다. 1995년 중국에서 비료용 유황소비는 3.5 백만 톤에 이르고 공업용은 2.25백만 톤으로 추정된다. 지난 10년간 공산품이 팔목할 만한 성장과 카프로락담과 티타늄시설 확충은 비료외의 부분에서 유황의 현저한 신장이 기대된다. 유황은 황철광 제련으로 황산의 형태로 산출 과석제조에 주로 사용된다. 황산소비는 지난 몇 년간 꾸준히 신장되었으나 1993년에는 퇴조로 고전을 면치 못했는데 이는 보조금 삭감으로 가격이 상승하여 농민의 비료 구매가 저하되어 내수 인산생산량이 9% 감소하였다. 1994년에는 황산생산량이 15.37백만 톤에 이르러 상당히 증가되었고 1995년에는 16.8백만 톤을 생산하였다. 황산생산량

의 증가는 비료제조증가에 전적으로 힘입은바 아니고 공업적 사용이 약 10% 증가된 것으로 추정된다.

동아시아는 다가올 10년간 유황소비가 현저하게 증가될 것으로 예상된다. 유황비료소비가 4.81백만 톤에서 6.6백만 톤으로 증가될 것으로 예측하고 있다. 대부분의 수요 증가는 중국에서 발생될 것으로 내수 인산생산 증대에 노력해 왔다. 그러나 아직도 새로운 인산 비료 공장에 투자할 것인가에 대해서 너무나 많은 불확실성이 내포되어 있다. 중국에서 현재 인산생산량의 거의 모두가 저 농도 비료, 예컨대 과석 및 용성인비 등을 생산하고 있다. 앞으로 중국은 새로 계획된 공장은 인산을 기초로한 것으로 새로운 공장이 가동하면 황산소비는 증가될 것으로 기대된다. 현재 계획으로는 인산 2백만 톤, 황산 1.8백만 톤이 추가 소요될 것으로 추정된다. 기타 지역에서는 비료용 유황소비는 거의 증가되지 않았다. 그러나 비료이외 분야에서 유황 소비증가는 몇몇 국가인 인도네시아, 말레이시아, 한국 등에서 이루어졌다. 인광석 자원의 제약으로 중국 이외의 국가에서 비료용 유황의 현저한 증가는 불확실하다. 베트남은 중국이외의 유일한 국가로서 새로운 인산 생산능력을 갖게 될 것이다. 기존의 과석 공장 확장과 국내 산 인광석을 원료로 한 과석 및 중과석 생산능력 증가로 1996년 이후 연간 150,000톤의 유황수요가 증가될 것이다. 최근에는 인도네시아가 아시아 인광석생산 대열에 참가하여 서부 자바섬 Sidmulin에 1995년 9월부터 채광을 시작하였다. 이 사업에 참여한 업체는 연간 2백만 톤을 목표로 하고 있어 인광석을 가공하기 위한 유황소비량은 상당히 증가될 것이다. 동아시아에서는 10.29백만 톤을 생산하여 10.99백만 톤을 소비함으로써 1995년에 700,000만 톤의 공급부족이었다. 공급의 많은 부분이 중국의 황철광에서 유래된 것으로 수급 차는 원소유황으로 정확하게 반영된 것은 아니다. 1995년 동아시아는 일본으로부터 원소유황 1.3백만 톤을 수입하였고 황산 상당량을 일본과 미국, 호주로 수출하였는데 그 양은 1995년에 100,000톤에 이르렀다. 일본의 유황소비는 몇 년간 정체되어 경제 침체를 다소 반영하고 있다. 일본의 인산비료 생산은 몇 년간 감소되어 왔으며 1994년 및 1995년간에도 다소 침체를 면치 못했다. 1994년 일본에서 소비된 2.29백만 톤의 30% 정도가 비료제조용이었고 나머지가 기타 공업용이었다. 동년의 유황 생산량은 3.07백만 톤으로 수요가 1.75백만 톤으로 1.33백만 톤이 잉여분이었다. 황철광에서 유래되는 유황은 1995년 생산이 중단되었고 비철금속 제련 유황은 평년 그대로 유지될 것으로 예측되나 정유회수 유황은 계속 증가될 것으로 예측된다 (그림 9). 그리하여 일본은 지역 내에서 수출을 계속 할 것이다. 현재 과잉 분은 2005년에는 1.56백만 톤에 이를 것으로 추정된다. 2005년 과잉 유황생산계획과 지역적인 이점 등으로 북미 유황 생산자는 이 지역의 주요 공급자 역할을 계속할 것이다. 이 지역 수급은 1994년 5.55백만 톤에서 2005년에는 7.92백만 톤으로 증가될 것으로 추정된다. 1995년 캐나다 9.3백만 톤과 미국은 800,000톤의 재고를 갖게 되었다. 현재 이 지역 유황생산의 반은 황철광의 제련과 기타는 비철금속제련과 정유에서 온다. 1995년 5백만 톤의 유황이 소비되었는데

황철광 유래 유황은 거의 중국산이었다. 중국은 가장 큰 생산자이며 소비자이다.

유황교역은 거의 없으나 이와 같은 현상은 중국이 원소유황의 수입을 꾸준히 높이고 있어 앞으로 변화 할 것으로 예상된다. 중국이 국내 유황 수요를 황철광 생산으로 충당할 경우 지역 부족량은 1995년 1.05백만 톤에 이를 것이다 (그림 7). 특히 지난 몇 년간 유지해온 2자리수의 경제성장과 불변의 식량생산 증가율은 2005년까지 지속될 것으로 예측되고 이럴 경우 중국의 유황 수급은 1994년 985,000톤의 잉여에서 2005년 738,000톤의 부족으로 전환될 것이다.

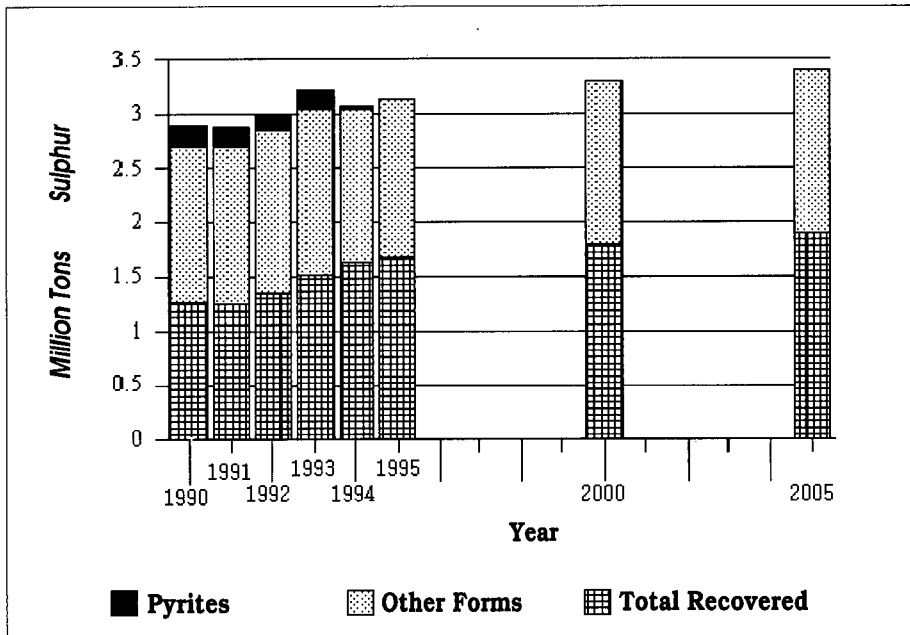


Figure 9. Japanese sulphur production in all forms.

그러나 중국은 황철광생산을 대체하여 원소유황을 지속적으로 수입하고 있어 지역 유황 부족은 실질적으로 증가될 것이다. 수입 원소유황의 경제성이 국내 황철광에서 생산된 황산에 비하여 낮다고 하면 중국은 국내 황철광 개발을 수입유황으로 대체해 나갈 것이다. 이런 추세라면 2.5백만 톤의 추가시장이 향후 10년이내 이루어 질 것이다. 이것은 한국으로서 중요한 사실로 동기간 내에 수출시장을 더 많이 확보해야 하기 때문이다.

궁극적으로 이상의 언급한 발전은 이 지역의 수급 및 무역을 새롭게 만들 것이다. 이 지역

최대 원소유황 생산국인 일본은 한국 및 대만 등 수요의 상당량을 공급하게 될 것이다. 황산의 상당량이 일본에서 미국 및 호주 지역으로 수출되고 일본과 캐나다는 점증하는 중국 수요에 부응하여 생산을 늘릴 것이다. 2005년 일본은 1.56백만 톤의 과잉생산인 반면 중국은 738,000톤이 부족한 것으로 추정된다. 그러나 중국이 황철광 생산에서 수입 유황으로 꾸준히 전환하고 있어 가수요 시장규모는 2.5백만 톤으로 일본이 모두 충당할 수 없어 한국 유황이 지역교역에 점차 참여 할 수 있게 될 것이다.

## 식물양분으로서 유황; 다음의 최대 잠재 시장은 개척될 것인가?

한국에서 또 다른 유황 잠재 사용처는 식물양분으로 유황의 공급이다. 공업계에서는 대기로 유출되는 유황의 지속적인 감소, 다수확을 위한 대량소비 등으로 유황결핍은 폭넓은 지역에서 문제점으로 대두되었다. 유럽과 북미와는 반대로 아시아에서는 아황산가스 방출에 관한 환경규제가 약하다. 이 지역에서도 점차 환경규정이 강화되면서 규제가 심화 될 것이다. 일본은 아시아 국가중 환경규제가 가장 강한 국가중의 한 나라로 중국 및 한국이 이들 국가의 아황산가스 배출을 규제할 수 있도록 압력을 가하는데 이는 일본에서의 산성비가 이들 국가의 환경 규제와 관련이 깊기 때문이다. 한편 SO<sub>2</sub>가스의 방출감소와 편중된 질소비료 사용에 의한 농업의 집약화가 아시아 지역에서 유황의 부족을 초래하였다. 현재 아시아는 세계 곡물생산 면적의 30%을 차지하면서 세계 인구의 60%을 먹여 살리고 있다. 아시아 지역은 습한 열대 내지 아열대에 속하고 토양은 노쇠한 옥시술과 울티술이 대부분 이어서 유황을 비롯한 미량원소가 부족한 경우가 많다. 이 지역에서 농업생산성을 유지하기 위해서는 유황이 비옥도의 한 구성 분으로 포함되어야 한다는 사실이 점차 명확해지고 있다. 아시아에서는 1970 초기부터 유황비료를 의도적으로 사용량을 늘려왔다. 현재의 식량생산과 비료 소비추세가 지속된다면 아시아에서는 2000년까지 연간 4.5백만 톤의 유황이 부족할 것이다. 유황비료 부족은 별다른 대책이 없는 한 가장 큰 잠재 유황비료 시장을 기피할 수 있다. 특히 중국의 경우 2010년까지 매년 2.0백만 톤의 부족이 있을 것이다. 이와 같은 분석으로 인도네시아 562,000톤, 베트남 148,000톤, 필리핀 67,000톤 한국은 45,600톤이 부족 될 것이다. 따라서 동아시아 농업은 아시아 내에서의 유황 비료의 새로운 잠재 시장의 반 이상을 차지하게 될 것이다 (그림 10).

인접 개발 국가와는 달리 한국의 농업은 성장되어 그 이상의 발전은 미미할 것이다. 더욱이 한국 농업인은 지역에서의 단위 면적 당 최고로 많은 양의 비료를 사용하고 있다. 1992년 비료 연간 사용량은 ha당 414kg으로 다른 지역 농업과 같이 비료사용이 질소에 편중되어 있다. 최근 NPK양분 사용 비율은 1.0 : 0.35 : 0.36으로 불균형으로 이를 시정하기 위한 시비기준을 설정에 이들 양분과 유황을 함께 고려하여 정할 필요가 있다. 1994년 한국에서 유안 비료 450,000톤이

1994년 부산물로 산출되어 1/3이 내수로 소비되었다. 유안의 대부분은 복비의 원료로 이용되었고 20,000톤 정도가 단비로 사용되었다. 나머지 325,000톤은 태국, 베트남, 필리핀, 인도네시아 등지로 수출되었다. 이 국가들은 앞으로 유황이 크게 부족할 것으로 한국산 유안 비료의 수요는 증가될 것이다. 한국 비료 공업은 내수와 지역 시장의 소비를 촉진시킬 수 있을 것이나 이는 농업인을 교육하고 농업에서 유황의 장점을 부각시키며 새로운 시장 전략을 발전시키므로써 가능해질 것이다. 더구나 북미에서 생산자는 상품의 유황 함량을 선전하여 농업 인으로 하여금 유안 비료등을 선택하도록 유도한다.

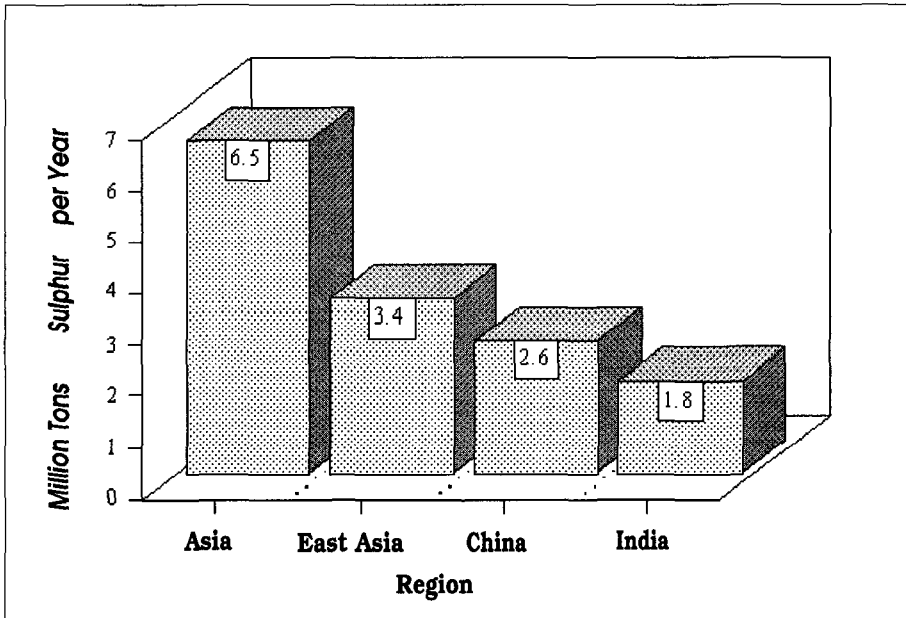


Figure 10. Regional plant nutrient sulphur deficit in 2010.

**Table 1. Economics of sulphur applications on barley, wheat, and corn in Maryland, United States\*.**

	Barley	Wheat	Corn
Assuming Price	US\$0.09 kg <sup>-1</sup>	US\$0.11 kg <sup>-1</sup>	US\$0.10 kg <sup>-1</sup>
Five Years Average Yield Increase	x 376 kg ha <sup>-1</sup>	x 672 kg ha <sup>-1</sup>	x 878 kg ha <sup>-1</sup>
Gross Profit	US\$33.84 ha <sup>-1</sup>	US\$73.92 ha <sup>-1</sup>	US\$87.80 ha <sup>-1</sup>
Minus Average Sulphur Investment	- US\$18.50 ha <sup>-1</sup>	- US\$18.50 ha <sup>-1</sup>	- US\$18.50 ha <sup>-1</sup>
Net Profit	US\$15.34 ha <sup>-1</sup>	US\$55.42 ha <sup>-1</sup>	US\$69.30 ha <sup>-1</sup>
Return on Investment	83%	300%	375%

\*Sulphur rate=28 kg ha<sup>-1</sup>; sulphur price=US\$0.66 kg<sup>-1</sup>. Source: Allied Signal; University of Maryland

더욱이 유안 비료가 유황과 질소를 동시에 가진 비료로서 이해되면 쉽게 요소대신 유안 비료를 선택하게 된다. 이리하여 유안의 시장 점유율이 증가될 것이다. 유안이 질소원으로서 명성을 잃었지만 유황의 가치를 인식한 농업인이 아직 유안을 선호하고 있다. 표 1은 유황원으로서 유안의 사용으로 얻어지는 경제적 장점을 요약한 것이다.

## 결 론

한국과 일본은 유황이 남아돌게 되어 수출이 불가피하게 될 것이다. 경제가 급속히 발전되는 아시아 제국은 다가올 10년에 비료 이외의 유황수요가 꾸준히 늘어 날 것이다. 아시아는 티탄광 생산을 위한 황산의 소비 생산이 증가될 것으로 예측된다. 지난 5년간 동아시아 경제의 현저한 성장으로 공업용 유황소비가 연간 4%씩 증가하였다. 공업분야에서 유황의 장기사용에 관한 예측은 불투명하여 TSI는 보수적인 가정을 채택 공업분야의 수요증가는 과잉으로 추정하지 않았다. 현재 추정으로는 다음 10년간 889,000톤의 유황소비가 비료이외의 부문에서 발생될 것이다. 그러나 동아시아의 지난 몇 년과 같이 경제발전에 맞게 공업이 성장한다면 지역의 유황소비는 2.9백만 톤에서 1995년 6.18백만 톤, 2005년에는 9.09백만 톤에 이를 것으로 전망된다.



중국이 황철광 생산대신 원소유황의 수입으로 대체할 경우 2005년안에 잠재 시장은 2.5백만 톤의 추가소요가 예상된다. 더욱이 중국과 기타 국가에서 식량자급을 위한 농업생산에 힘을 경주할 경우 토양 중 유황결핍은 심화될 것이다. 서구 및 북미에서 산업계는 유황비료가 시장이운 잠재성을 지니고 있음을 인식하고 유황비료의 시장 효과를 상품으로 극대화하였다. 수요창출과 유황비료의 성공은 시장에서 유통되는 제품 가격에 좌우된다. 현재 북미 및 서구에서 소매가격은 유황 톤당 266~446\$사이에 있고 인도에서는 비료로서 유황시장은 덜 발달된 상태로 대표적 가격은 120\$에 이른다. 이 같은 잠재시장이 발전될 수 있는 것은 비료공업계에 의한 시장 개혁 노력과 계속된 제품 개발에 달려 있다. 결론적으로 한국의 유황 공업의 개관은 전망이 있다고 본다. 효과적인 시장전략의 실행으로 공업 및 비료 분야에서 지역시장을 활성화하여야 할 것이다.

## References

- Anonymous. 1995. Indonesia begins rock production as China plans expansion. ASIAFAB. Winter 1995.
- Ceccotti, S.P. 1994. Sulphur fertilizers: an overview of commercial developments and technological advances. *Sulphur in Agric.* 18:58-64.
- Deng, C., J. Hou, B. Long, Y. Shen, G. Jing, Y. Xu, and K. Xie. 1993. Effects of sulphur fertilizers on crop production in some regions of southwestern China. p. 77-86. *Proc. of the Int. Symp. on Present and Future Raw Material and Fert. Sulphur Requirements for China*, Beijing, China. 15-17 June 1993. TSI, the Chinese Sulphuric Acid Industry Association, and the Chinese Soil and Fertilizer Institute.
- Hayes, D. 1995. Winning a niche in Asia. *Fert. Int.* No. 345, May 1995.
- Hong, C.W. 1995. Impact of organic farming on soil nutrient supply and nutrient requirement of crops with reference to the Korean situation. *Proc. of the 24th Colloquium of the International Potash Institute, Potassium in Asia: Balanced Fertilization to Increase and Sustain Agricultural Production*, Chiang Mai, Thailand. 21-24 Feb. 1995. IPI, Basel, Switzerland.
- International Fertilizer Development Center (IFDC). 1995. *Fertilizer Situation Reports. IFDC-FSR-2*. IFDC, Muscle Shoals, Alabama, U.S.A.
- Mutert, E., S. Portch, and Y.C. Woo. 1993. Asia's present and future agronomic problems. *Agro-Chem. News in Brief*. Vol. XVI, No. 4, Oct.-Dec. 1993.
- Takkar, P.N. 1987. Economics of sulphur fertilizer use in India. p. 123-137. *Proc. of the symposium on fertilizer sulphur requirements and sources in developing countries of Asia and the Pacific*, Bangkok, Thailand. 26-30 Jan. 1987. FADINAP, FAO, TSI, and ACIAR.
- Tandon, H.L.S. 1994. Sulphur: its role and place in balanced fertiliser use for Indian agriculture. TSI, Washington, DC, U.S.A.