

~~~~~

## 특집 심포지엄 자료

### - 식량생산과 비료 -

자료 : 2006년 9월 28일 농협 대강당에서 개최된  
천환경과 비료 '비료산업의 발전방향' 심포지엄의  
충북대 김재정 교수님의 발표자료

#### 머리말

식량은 사람의 생을 영위시키는데 필요한 에너지와 영양을 제공하는 필요 불가결한 것이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 세계의 인구는 매우 큰 비율로 증가하고 있다. 1900년대 약 16억 이던 인구가 1960년대 30억을 넘어서 2000년대 약 4배로 증가된 약 60억이 되었고, 2050년에는 약 100억으로 증가될 것이 추산되고 있으며 그에 따른 많은 양의 식량수요가 요구되고 있다. 지구상의 한정된 경지면적에서 생산될 수 있는 식량의 생산량을 증대시켜야 현존하는 인구와 앞으로 증가되는 인구를 기아에서 구하고 그들이 원활한 생을 영위 할 수 있게 할 것이다. 이와 같은 인구 증가와 또한 지구 온난화에 따른 기후 변화는 세계 식량의 수급 동향을 매우 긴박하고 불투명하게 하고 있다.

그런데 우리나라의 식량 자급률이 30% 정도이고, 식량이 국가 안보적 차원의 자원이라는 것을 생각할 때, 식량의 지속적이고 안정적 생산은 무엇보다도 중요한 과제인데 표 1에서 볼 수 있는 바와 같이 경지면적의 감소는 식량생산기반이 축소되는 문제점이 되는 것이다.

~~~~~

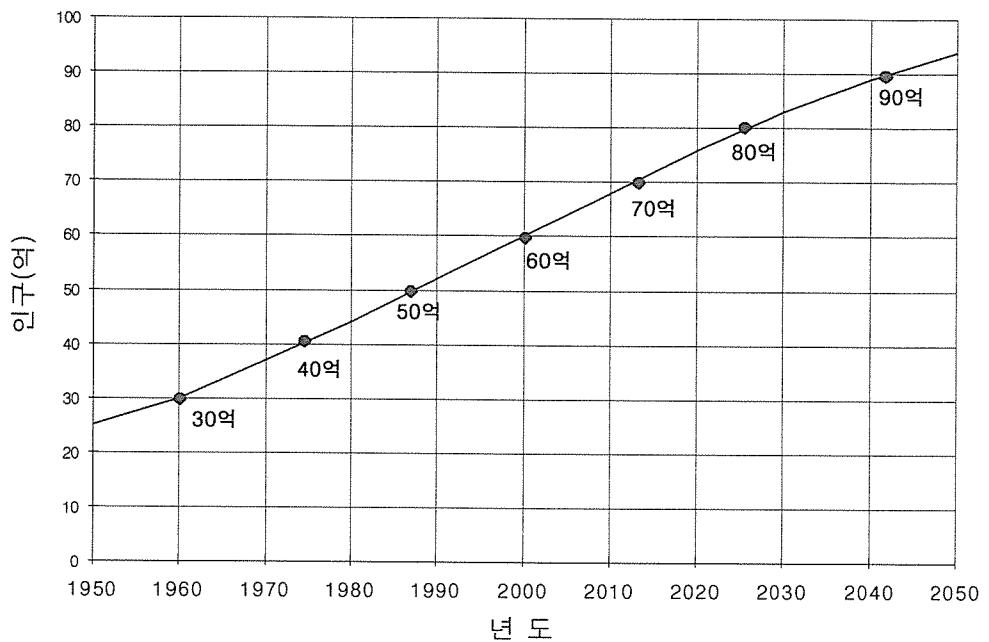


그림 1. 세계 연도별 인구증가 현황 및 예측(1950~2050)

그동안 식량의 증가는 우수품종개량, 농업작업 기술개발, 토양관리, 농약과 비료의 사용에 의하여 그 틀을 마련할 수 있었으며, 1970~80년대를 통한 다비다수학의 농업정책으로 경제개발의 바탕이 되는 안정적 식량생산을 유지하였다. 그러나 식량증산에만 초점을 맞추다보니 농약과 비료의 과다 사용으로 인한 환경문제가 야기되었고, 농약의 토양잔류문제, 과잉 비료성분의 토양 내 축적은 토양의 이화학성을 악화시키고 농산물의 품질을 저하시키게 되었다.

그러므로 이제 농업은 안정적이고 지속적인 식량생산과 더불어 건강한 환경을 유지시켜야 하는 역할을 담당해야하는 새로운 방향으로 나아가야 할 것이다.

이러한 방향에 적용되는 친환경 지속농업(Sustainable Agriculture)과 정밀농업(Precision Agriculture)의 방법들이 등장되었다. 친환경적 개념에서 농업생산 활동에 사용되는 농약, 비료 등의 농자재를 최소한으로 투입관리 하여 환경에 부하를 최소화 하면서 품질이 좋은 농산물을 지속적으로 생산하는데 목적을 두고 있다. 친환경적 비료 사용 방법으로 완효성비료 및 미생물비료 개발 이용, 실시간 정밀한 토양 분석과 식물체 분석을 통한

~~~~~

표 15. 우리나라 농업인구 및 경지면적

| 구분   | 인구         |                  | 면적                   |               |
|------|------------|------------------|----------------------|---------------|
|      | 전체 인구      | 농업인구, (비율:%)     | 경지면적:ha<br>(경지비율, %) | 호당<br>경지면적:ha |
| 1995 | 45,092,991 | 4,851,080 (10.8) |                      |               |
| 1996 | 45,545,282 | 4,692,040 (10.3) |                      |               |
| 1997 | 45,991,257 | 4,468,172 (9.7)  |                      |               |
| 1998 | 46,429,817 | 4,399,643 (9.5)  |                      |               |
| 1999 | 46,858,463 | 4,209,799 (9.0)  | 1,898,925 (19.0)     | 1.37          |
| 2000 | 47,008,111 | 4,031,984 (8.5)  | 1,888,765 (18.9)     | 1.36          |
| 2001 | 47,342,828 | 3,933,250 (8.3)  | 1,876,142 (18.8)     | 1.39          |
| 2002 | 47,639,618 | 3,590,523 (7.5)  | 1,862,622 (18.6)     | 1.45          |
| 2003 | 47,925,318 | 3,530,102 (7.4)  | 1,845,994 (18.5)     | 1.46          |
| 2004 | 48,082,163 | 3,414,551 (7.1)  | 1,835,634 (18.4)     | 1.48          |

(2005년 농림 통계 연보)

성분혼합비료(Bulk Blending Fertilizer) 사용, 미량원소에 사용에 의한 농산물의 품질관리 등이 계속 연구되고 실용화 되어야 할 것이다. 또한 지역특성에 맞게 토양조사, 기후, 지형, 물 문제 등의 조건에 최적의 시비방법 개발이 요구되고 있으며, 이런 제반 문제들이 검토되어야 할 과제이다.

## 1. 식량생산의 실태와 과제

표 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 세계의 곡물 생산량은 1980년대 연간 약15억 톤에서 2000년대 까지 약20억 톤으로 증가 되었으나 그 후 증가되지 않고 2003년 까지 20억 톤을 유지하고 있다. 세계 인구의 증가율을 비교할 때, 세계 식량수급 동향은 매우 심각한 수준이라고 할 수 있다. 한편 채소와 과일의 생산은 1980년대 6.3억 톤을 생산하였고 점차 증가되어 2003년 13.2억 톤으로 2배 증가되었다. 우리나라의 곡물 생산은 1980년대 845만 톤이던 것이 매년 감소되어 2003년 646만 톤에 이르고 있다.

~~~~~

표 2. 세계 곡물, 채소 및 과일 생산량

생산물	국가	(단위: 1000톤)				
		1979-1981	1989-1991	1999-2001	2002	2003
곡물	전세계	1,573,501	1,903,881	2,085,103	2,029,056	2,075,309
	한국	8,452	8,412	7,606	7,083	6,460
	북한	6,004	7,201	3,554	4,196	4,363
채소와 과일	전세계	629,169	812,602	1,206,745	1,293,490	1,322,454
	한국	10,063	11,749	14,529	13,883	13,907
	북한	3,481	5,649	5,116	5,320	5,340

(2006 FAO자료)

표 3. 우리나라의 곡물 수요와 공급

(단위: 1,000톤)

연도	공급		소비			
	생산	수입	식용	사료	기타	계
1995	5,626	14,069	9,543	9,775	377	19,695
2005	5,520	14,419	10,182	9,728	29	19,939

(2006 한국비료연감)

표 3에 의하면 2005년을 기준으로 우리나라의 곡물 생산량은 552만 톤/년이며 수입량은 1430만 톤/년인데 이 중 약 1000만 톤이 가축의 사료로 이용되고 나머지 약 450만 톤이 식용으로 사용되므로 우리나라의 식량 자급률은 약 27% 밖에 되지 않고 있다. 즉, 우리 식량의 70% 이상을 외국으로부터 수입에 의존하고 있는 실정이므로 만일 기후이변으로 베이저 곡물 생산국들이 큰 재해를 받을 경우, 또는 세계정세 속에서 식량의 무기화 같은 상황이 생길 때 우리의 식량 문제는 매우 심각한 위기에 직면할 수도 있다. 그러므로 식량생산 기반을 튼튼히 하고 잠재적인 곡물생산 증대를 위한 연구 노력이 필요하다고 생각된다.

## 2. 비료에 대한 이해

비료는 유기질·무기질·천연산·합성품이 있으며, 식물이 정상적으로 성육하기 위하여 필 요한 요소들을 공급하는 모든 물질이라고 「국제공업개발기구」에서 정의 하고 있다. 식물 생장 최종 생산물의 향상을 위하여 공급하는 필수 영양소를 포함하는 천연 또는 공업적으 로 제조된 물질로 모든 생명체에 독이 되지 않는 물질들로 구성되어 있다.

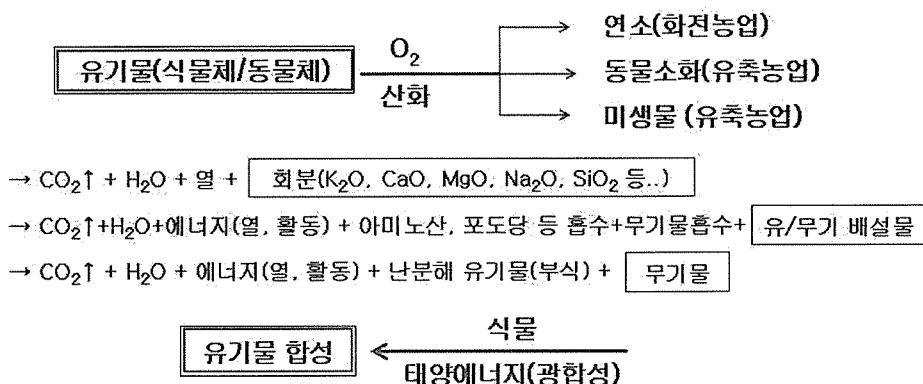


그림 2. 유기물의 산화와 유기체의 생성

비료가 없던 시대에는 주로 화전 농업의 형태로 산림지나 초지를 테워 식물체 내에 함유되어 있던 무기 영양분을 가용화시켜 농업에 이용하였으며, 또는 인축의 배설물을 퇴구비 형태로 모으고 분해시켜 이용하는 유축농업이 있었다(그림 2). 그림 3은 광합성작용에 의하여 생성된 유기물이 토양에 가해진 후 토양동물(지렁이, 선충, 진드기류 등)에 의하여 1차적으로 분해를 받고, 그리고 토양 미생물(곰팡이, 세균, 방사선균, 조류)에 의하여 분해된 후 유리된 무기영양소가 다시 식물의 광합성에 순환 이용되는 것을 나타내고 있다.

산업 혁명 이후 화학 공업의 발달로 비료 제조 산업이 등장하였으며, 주로 무기질의 화학비료가 대량으로 생산 되었다. 그리고 유기물 재료를 이용하여 유기질 비료도 생산하여 비료의 종류가 다양화 되었다. 식물은 동물과 달리 영양물질을 무기물 형태로 수용액에서 이온화된 후 식물뿌리에 흡수하므로, 유기질 비료 일지라도 미생물에 의하여 우선 무기물로 분해된 후 식물에 흡수되는 과정을 따르게 된다.

~~~~~

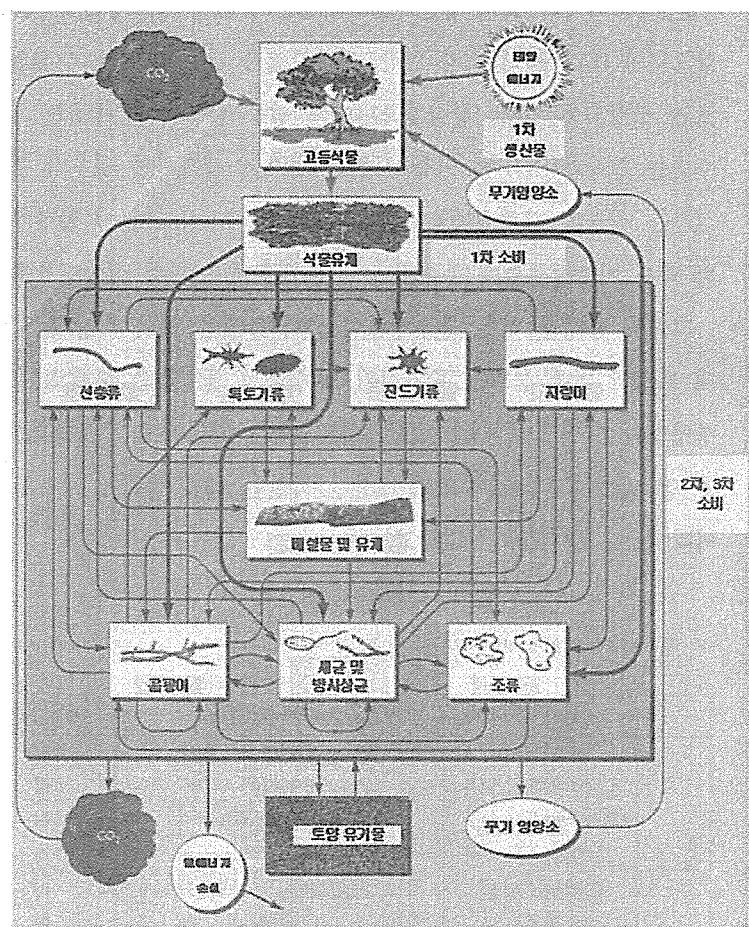


그림 3. 토양유기물과 토양생물의 관계

표 4는 주요 화학비료의 주성분을 나타내고 있다. 많은 사람들이 비료의 주성분함량만이 식물에 필요한 것이고 부수적 성분들은 필요 없거나 또는 부정적인 작용 또는 토양을 오염 시킬 수 있는 물질로 잘못 이해하고 있는 부분이 있다. 화학비료를 구성하고 있는 물질 중 주성분은 식물에 필수적인 성분이고 부수적인 성분들도 식물영양에 필요한 성분으로 구성되어 있다. 그러므로 적어도 해롭거나, 환경에 독이 되는 물질은 함유되어 있지 않다. 외국에서는 암모니아를 가스 형태로 토양에 주입(Nitrojection)하거나 액체상태(Nitrogation)로 토양에 사용한다. 암모니아는 N성분만이 82%이고, 부성분이 없이 주성분이 거의 100%이다.

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

질산암모니아나 요소 같은 것도 부성분이 없이 질소성분이 거의 100%인 비료이며 인산염암모니아(DAP)는 질소와 인산, 질산칼륨은 질소와 가리, 인산칼륨은 인산과 칼륨의 성분으로만 구성되어 있다. 황산암모니아의 경우 암모니아(NH<sub>4</sub>)는 질소성분으로서 유효하고, 부수되는 황산기(SO<sub>4</sub>)는 이롭지 못한 것으로 생각하는 경우가 있는데, 황산기 중의 유황(S) 성분은 식물의 단백질(Cystine, Cysteine, Methionine) 합성에 매우 중요한 물질이다. 이와 같이 비료성분들에 부수되어 있는 성분들은 거의 식물생육에 필요한 무기 물질들이다.

그러나 주성분 이전 부수성분이건 너무 많은 양이 토양에 사용되면 영양과잉이 됨과 함께 토양의 염류 농도를 증가시키고, 수용성 물질들은 수계로 유입되어 환경에 부하를 주고 부영양화를 일으키는 원인이 되기도 한다. 그러므로 무엇보다도 중요한 것은 비료의 성질을 잘 이해하고 과학적으로 계산된 적절한 양을 적기에 사용하는 것이 친환경적인 시비법이라 할 수 있다(그림 12참고).

표 4. 주요화학비료의 주성분 함량

|    | 비료명        | 구성성분                                                                                   | 주성분                                              | 함량(%)    | 비고   |
|----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------|------|
| 질소 | 암모니아       | NH <sub>3</sub> (gas, liquid)                                                          | N                                                | 82.2/100 | 필요성분 |
|    | 질산암모니아     | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                                                        | N                                                | 35.0/100 | "    |
|    | 황산암모니아     | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                        | N                                                | 21.2     | "    |
|    | 염화암모니움     | NH <sub>4</sub> Cl                                                                     | N                                                | 26.2     | "    |
|    | 질산칼시움      | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O                                   | N                                                | 12.0     | "    |
|    | 석회질소       | CaCN <sub>2</sub>                                                                      | N                                                | 36.2     | "    |
|    | 요소         | (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO                                                     | N                                                | 46.6/100 | "    |
| 인산 | 과인산석회      | CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O + CaSO <sub>4</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                    | 48.0     | "    |
|    | 인산암모늄(DAP) | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                                       | N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                 | 75.0/100 | "    |
|    | 용성인비       | Mg <sub>2</sub> CaP <sub>2</sub> O <sub>9</sub> ·3CaSiO <sub>2</sub>                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                    | 19.0     | "    |
|    | 용과인        |                                                                                        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                    | 20.2     | "    |
| 칼리 | 염화칼륨       | KCl                                                                                    | K <sub>2</sub> O                                 | 63.1     | "    |
|    | 황산칼륨       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                                         | K <sub>2</sub> O                                 | 54.1     | "    |
|    | 질산칼륨       | KNO <sub>3</sub>                                                                       | N, K <sub>2</sub> O                              | 60.4/100 | "    |
|    | 인산칼륨       | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                                        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O | 86.8/100 | "    |
| 기타 | 석고         | CaSO <sub>4</sub>                                                                      | Ca, S                                            | 52.0     | "    |
|    | 탄산석회       | CaCO <sub>3</sub>                                                                      | Ca                                               | 40.0     | "    |
|    | 백운석        | -                                                                                      | MgO                                              | 20.0     | "    |

식물의 생장과 대사작용에 필요한 영양성분으로는 광합성작용에 직접 필요한 요소인 C, H, O,와 식물의 4대 영양소인 N, P, K, S,와 그리고 비교적 다량으로 필요한 요소인 Ca, Mg, Si, Na, 가 있고 미량 영양소로는 Fe, Mn, Cu, An, Mo, B, Cl이 있다. 다량 영양소인 N는 미량 요소인 Zn에 비하여 천배정도 요구되기도 하지만 어떤 경우에는 식물조직의 Fe나 Mn의 함량은 다량 요소인 S와 Mg의 함량만큼 높은 경우도 있다.

한편, 인체에 필요한 미네랄(mineral element) 성분으로는 Mn, Co, I, B, Ge, Li, Ni, Mo, Ba, Si, Sr, Sn, F, Ti, Rb, Ba, W, Al, Fe, Zn, Cu, Se, Cr가 있으며 이들은 인간의 신진대사에 다양하게 그 역할을 하고 있다. 한편 사람은 식품을 통해서 이들 모든 미네랄들을 섭취하게 된다.

식물체를 구성하는 기본 요소이며 광합성 작용에서 가장 많이 필요한 C, H, O는 원소 주기율표의 1, 2주기에 속하는 비금속 원소로서 가장 가볍고 크기가 작은 원소들이다. 그 다음으로 많이 요구되는 N, S, P도 주로 2, 3주기에 속하는 비금속 원소로서 비교적 가볍고 크기도 작아서 식물 흡수에 다른 원소들보다 용이할 것이라고 생각된다. 다량으로 필요한 영양소인 Ca, Mg, K, Na는 4, 5주기에 있는 알칼리 및 알칼리토류 족에 속하는 원소들로 구성되어 있으며, 미량원소인 Mo, Mn, Fe, Cu, Zn 등은 4주기에 속한 전이원소들이며, 인체에 필요한 미네랄 성분들은 4, 5, 6주기에 속한 전이원소와 일부의 Halogen 원소들이다. 그러므로 식물의 영양이나 인체에 필요한 미네랄의 성분들은 대부분 1, 2, 3, 4주기에 속해 있고, 단지 몇 개의 원소들이 5주기와 6주기에 속해 있으며 7주기와 Lanthanide계와 Actinide계에는 전혀 들어있지 않다(그림 4). 즉, 식물의 영양소와 인체에 필요한 미네랄 성분들이 주기율표의 원자량이 가벼운 부분에 분포하고 있는 경향이었다.

### 3. 우리나라 비료의 생산과 소비현황

세계의 비료생산/소비량은 2003년 FAO자료에 의하면 성분 함량으로 질소(N) 8,720/8,470만톤, 인산( $P_2O_5$ ) 3,390/3,350만톤, 가리( $K_2O$ ) 2,590/2,330만톤이었으며, 우리나라의 질소 77/36만톤, 인산 37/16만톤, 가리 32/21만톤이었다(표 5).

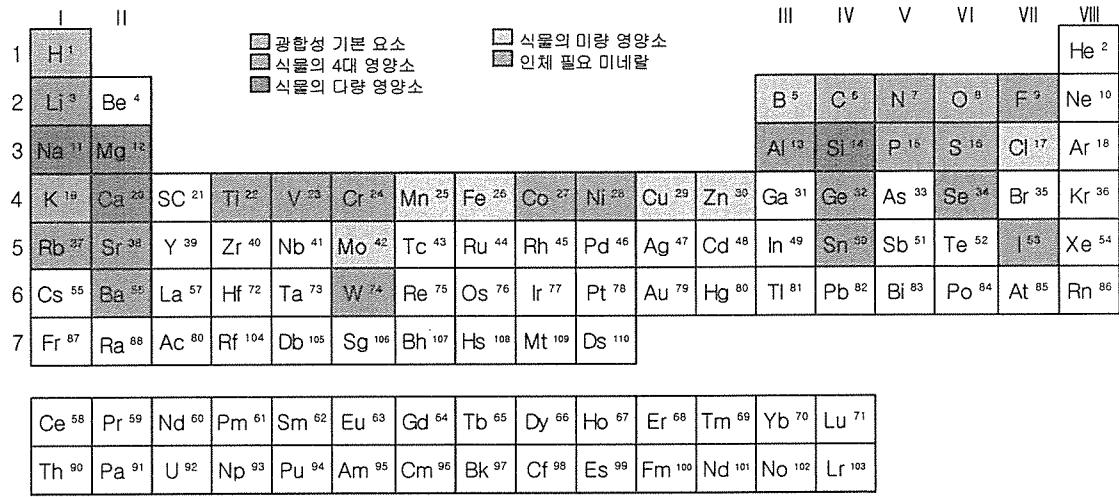
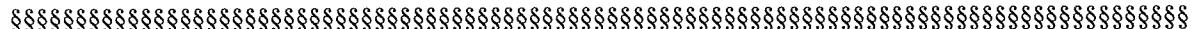


그림 4. 원소의 주기율표에서 식물 영양소와 인체 미네랄

표 5. 우리나라 비료의 생산과 소비량

(단위: 성분 1000 ton)

| 성분                            | 년도 | 90     |        | 95     |        | 00     |        | 03     |        |
|-------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | 구분 | 생산     | 소비     | 생산     | 소비     | 생산     | 소비     | 생산     | 소비     |
| N                             | 한국 | 885    | 506    | 974    | 456    | 835    | 422    | 766    | 354    |
|                               | 북한 | 660    | 655    | 75     | 84     | 30     | 165    | 17     | 171    |
|                               | 세계 | 82,279 | 77,175 | 86,486 | 78,357 | 86,019 | 80,949 | 87,206 | 84,746 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 한국 | 515    | 229    | 460    | 210    | 421    | 170    | 372    | 162    |
|                               | 북한 | 137    | 158    | 20     | 20     | 20     | 52     | 20     | 54     |
|                               | 세계 | 39,183 | 35,870 | 33,500 | 30,666 | 32,201 | 32,472 | 33,910 | 33,552 |
| K <sub>2</sub> O              | 한국 | 316    | 222    | 328    | 249    | 288    | 207    | 321    | 205    |
|                               | 북한 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
|                               | 세계 | 26,822 | 24,683 | 22,703 | 20,666 | 26,157 | 21,778 | 25,853 | 23,273 |

(2005 FAO 통계자료)

~~~~~

전 세계의 질소 소비량은 90년 이후 2003년까지 7,720만톤-8,470만톤의 범위에서 약간씩 증가되었고, 인산은 3100만톤-3500만톤 사이에서 불규칙하게 변화하는 양상을 보였고, 가리는 2100만톤-2400만톤 범위에서 변화를 보였다. 그림 5에 의하면 우리나라의 경지 단위 면적당 비료소비량은 60년대 비료가 매우 부족하던 시기부터 점차 증가되어 1990년을 정점으로 그 이후 질소질은 점차 완만한 감소 추세에 있으나(표5 참고) 인산과 가리의 소비량은 90-110kg/ha의 범위에서 크게 변화하지 않고 있다. 이러한 경향은 한국인의 음식열량 섭취량과도 유사한 경향을 보이고 있다(그림 6 참조).

#### 4. 비료와 작물생육

식량의 생산량은 품종개량, 농업작업기술 개발, 토양관리, 농약관리, 시비처방에 의하여 크게 영향을 받게 되는데, 여러 조건들이 비슷하거나 동일할 경우 주로 사용되는 비료의 양에 의하여 크게 좌우된다(그림 7참조).

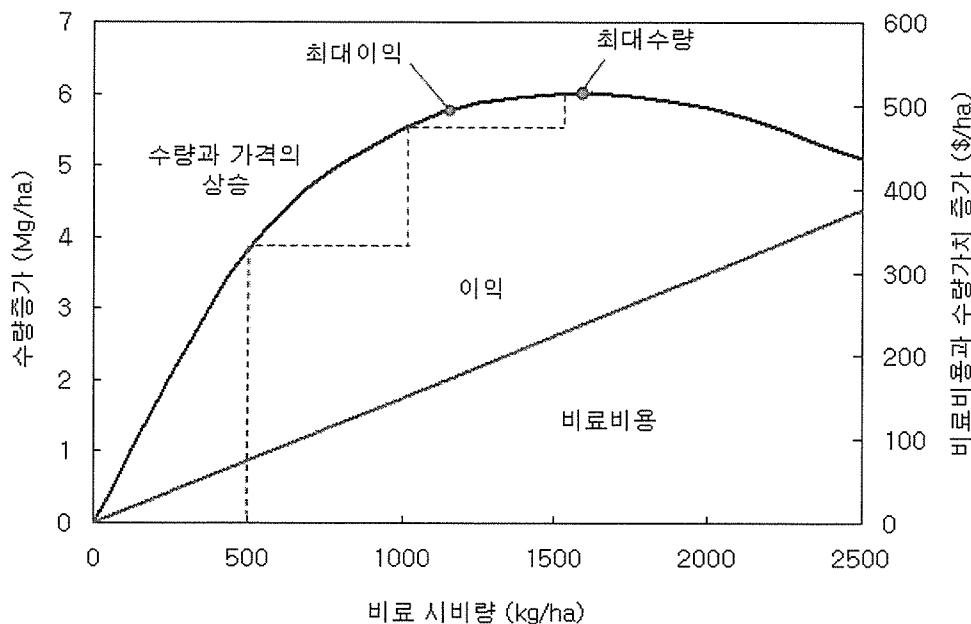


그림 7. 옥수수의 비료 공급에 의한 생장 곡선

65 70 75 80 85 90 95 00 05

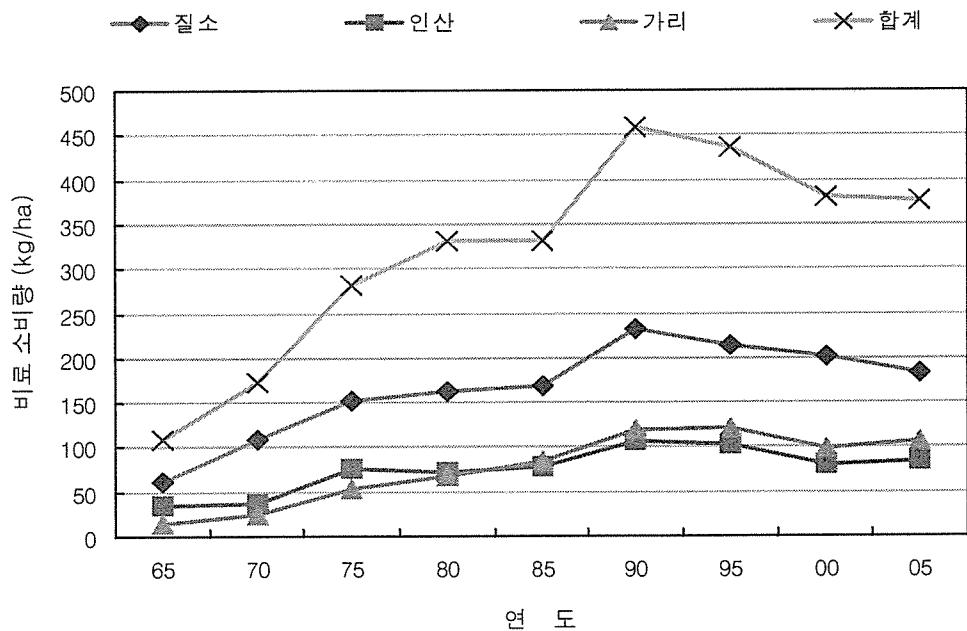


그림 5. 우리나라 경작지의 단위면적당 비료 소비량.

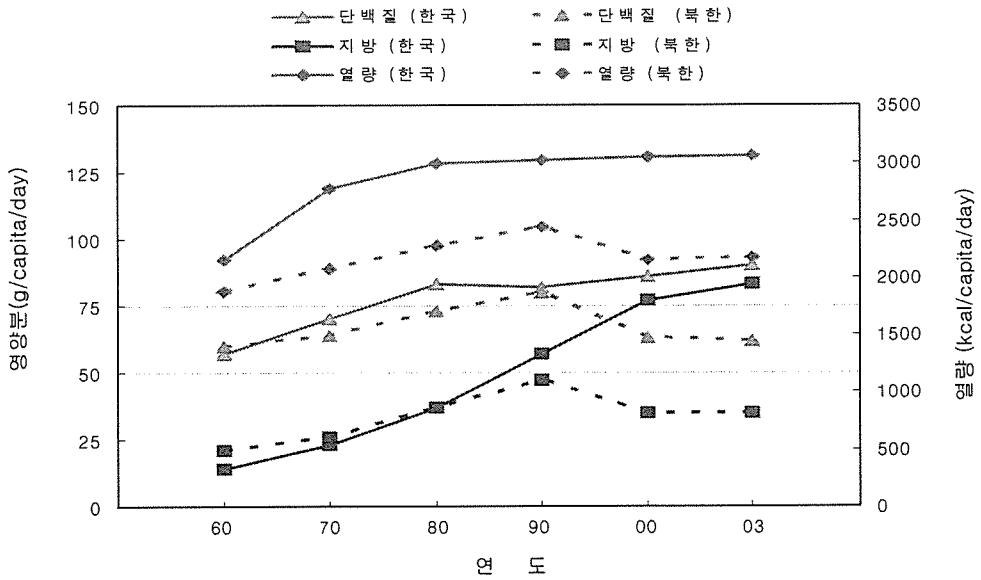
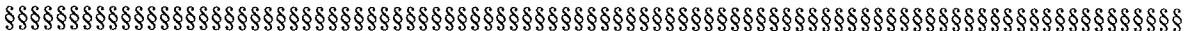


그림 6. 한국인의 음식열량과 영양공급 현황(2005 FAOSTAT)



인간의 식량은 곡류, 서류, 야채, 과일 등의 식물성 식량과 육류 및 유제품, 어류 등의 동물성 식량으로 구분된다. 동물성 식량은 주로 식물을 바탕으로 하는 사료에 의하여 생산된다. 그러므로 식량의 기본물질은 식물체라고 할 수 있다.

인간 식량의 주체인 식물은 토양으로부터 무기질의 영양분과 물을 흡수하고 잎으로부터  $\text{CO}_2$ 를 흡수하여 태양에너지를 축적시키는 광합성 작용을 하며 체세포를 증가시켜서 식물체의 생산량이 증대되는 것이다.

식물은 다음과 같이 광합성 작용에 의하여 1차적으로 탄수화물(carbohydrate)을 생산한다. 이 탄수화물은 식물체내의 생화학적 대사작용에 의하여 단백질(protein), 지방(fat) 등 여러 가지 유기화합물 합성의 기초물질이 된다.

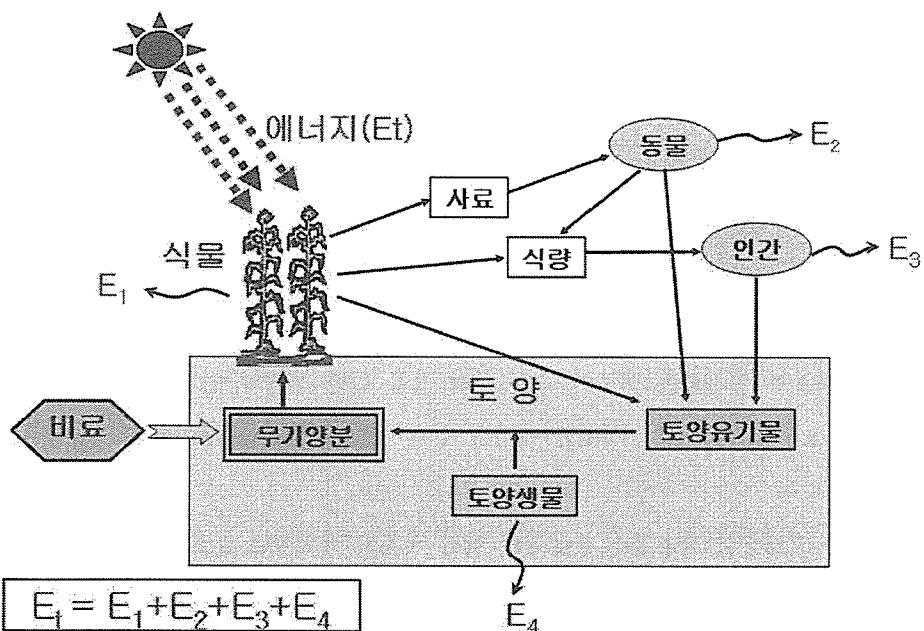


그림 8. 식물생육과 에너지 순환

식물체의 광합성 생산량은 공급되는 무기양분 즉, 비료의 양에 의하여 비례적으로 증가된다.

~~~~~

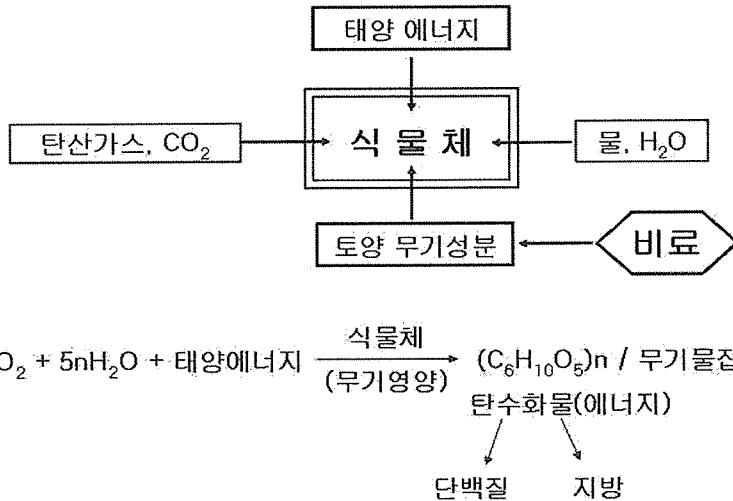


그림 9. 식물의 광합성 작용

식물체의 광합성 생산량에 양향을 미치는 인자는 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, 태양 Energy, 무기영양물질들인데 이들은 자연환경 조건에 의해서 결정되며, 자연 생태계가 순환된다(그림8, 9). 이와 같은 자연환경 생태순환에 의하여 생산되는 광합성 물질 즉 식량의 양은 대략 한정된 양이 생산된다.

기하급수적으로 증가되는 인구의 수와 삶의 질을 위한 식량의 수요를 위해서는 식량생산의 증가가 요구되고 있으며, 이제는 식량의 질을 향상시키는 문제도 중요하게 생각되고 있다.

그림 10은 토양중의 유효질소의 급원에 관한 것으로 자연적인 공급과 질소비료에 의한 공급으로 나누어 볼 수 있다. 자연적인 것은 토양미생물에 의한 공중질소 고정에 의한 급원이 주를 이루고, 토양에 가해지는 유기물 즉, 식물체의 유체 및 동물의 배설물 등이 질소를 공급한다. 이렇게 공급되는 질소로는 자연의 생태계를 겨우 유지할 수는 있어도 빠른 속도로 증가하는 지구상 인구 수요를 충당하기는 불가능한 일이다. 그러므로 식량의 생산력을 크게 증대시키기 위하여 인위적으로 공기중의 질소를 원료로 질소비료를 만들어 공급하는 비료공업이 발달하게 되었다.

~~~~~

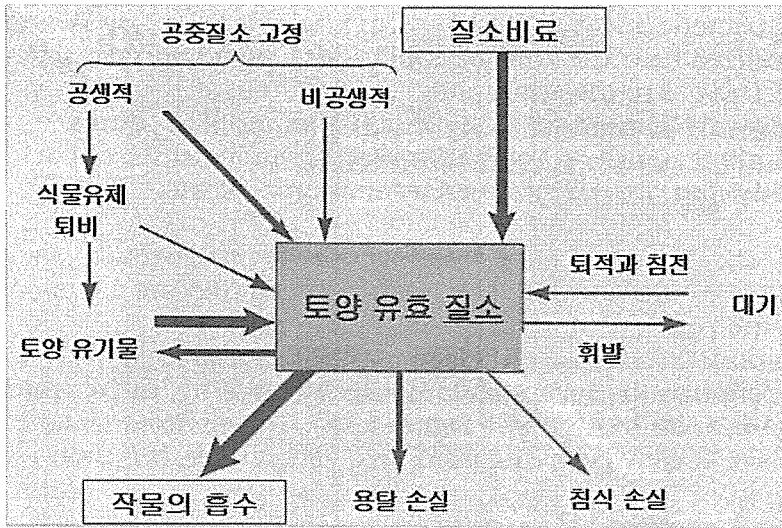


그림 10. 토양을 중심으로 한 질소동태

그림 11은 농경지에 사용된 비료는 작물생산에 이용되고 일부는 토양에 잔류하며 환경으로 유실된다. 한편 축산 농업에서는 초지를 관리하고 재배하기 위하여 비료를 사용하고 또한 가축에게 농후곡물사료를 공급하지만 결국 토양으로부터의 비료유실과 가축배설물에 의한 영양성분 유출이 환경에 부하되고 있다.

## 5. 지속적인 식량생산

인간의 활동 중에 제일 중요한 것은 식량을 생산하여 사람들의 생명을 유지시키고 건강한 삶을 영위하도록 하는 것이다. 우리가 살고 있는 지구와 식량을 생산하는 농경지는 우리 세대만이 살기 위한 환경이 아니다. 앞으로 무한한 시간 속에 후세대들이 행복하게 살아가야 할 환경이며, 안전한 식량을 지속적으로 생산 공급하여야 할 토양이다.

사실 지구의 자연은 변화시키지 않고 있는 그대로 두는 것이 가장 좋은 생태환경인 것이다. 그러나 지능을 가진 인간이 의학과 과학을 이용하여 숫자를 늘리고 수명을 연장하며, 여러 가지 편의를 누리기 위하여 환경을 파괴시키고, 변화시킴으로서 문제가 발생되고 인간의 삶이 위협받기에 이른 것이다. 농업에 있어서도 기하급수적으로 증가하는 인구증가의 위협에 맞추어 식량 증산에만 집중하다 보니 농약과 비료의 무분별한 과다사용에 이르게

~~~~~

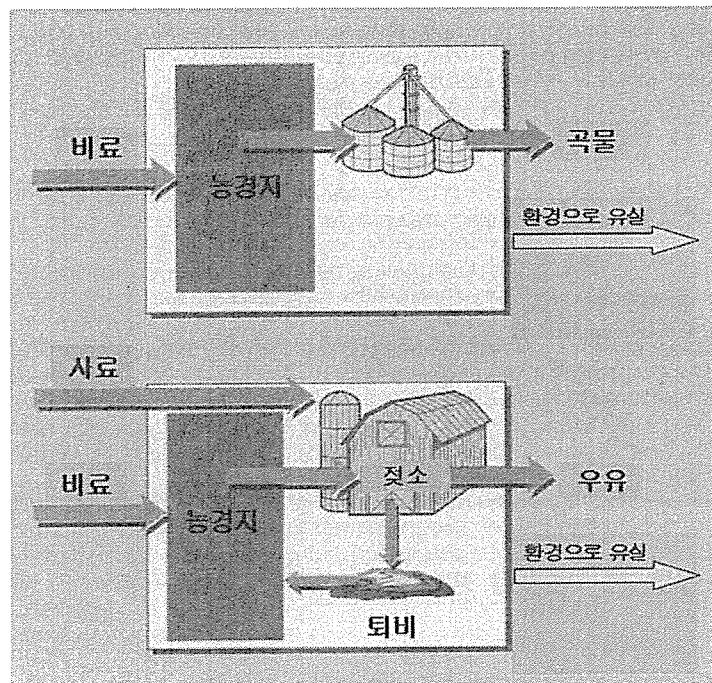


그림 11. 식량생산에서 비료의 수지

되어 토양의 질 저하와 환경의 문제가 발생하게 되었다. 이런 문제를 극복하기 위하여 친환경 지속 농업(Sustainable Agriculture)의 방법으로 최소투입농업(Least Input Sustainable Agriculture : LEISA)이 권장되고 있는데, 이것은 천환경적으로 자연생태계를 보존하기 위하여 농업자재(농약, 비료, 농기계)를 최소한으로 투입하며, 최대수량이 아닌 최적수량을 얻기 위한 농업이다. 정밀농업(Precision Agriculture) 개념으로의 접근은 지역 특성에 따른 기후, 지형, 물관리, 토양환경 등을 과학적으로 정밀하게 분석하고 토양과 작물성분을 실시간으로 분석하여 종합적인 영양관리(Integrated Nutrition Management; INM)를 함으로써 적정한 생산량과 건강한 생태환경을 유지하기 위한 것이다(그림 12).

적정 시비량 추정을 위한 지상원격탐사 기술의 개발, 품질이 좋은 완효성 비료의 개발, 토양의 축적 및 고정되어 있는 인산의 유효도를 높이는 미생물 비료의 개발, 주문형 배합 비료(Bulk Blending Fertilizer)의 원활한 공급체계 확립이 매우 중요한 과제이다.

~~~~~

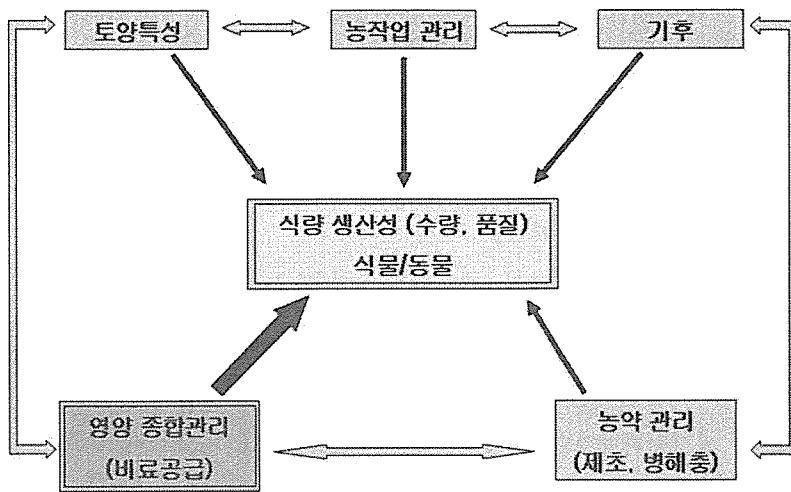


그림 12. 지속적인 식량생산 체계

## 요 약

1. 비료는 식량이다. 비료 사용량과 농산물 생산량은 비례적인 관계이며, 적절한 비료시용 없이는 요구되는 식량의 수요를 해결하기 어렵다.
2. 식량은 국가의 안보차원의 자원이다. 그러므로 식량생산의 기반을 국가차원에서 보호하여야 할 것이다. 세계인구의 증가와 함께 식량의 수요가 크게 증대되는 상황에서 세계 시장의 농산물 가격 상승이 예측되며, 우려가 되고 있다.
3. 식량의 양적, 질적인 생산을 위한 환경 친화적인 시비방법등이 지속적으로 연구 되어야 할 것이다.
4. 각 작물의 생장곡선에서 지역특성에 의한 친환경농업을 위한 시비 수준을 정밀농업적 차원에서 최대수량점, 최대수익점이 아닌 친환경적 최적수준을 찾는 방법이 확립되어

야 할 것이다.

## 참고 문헌

1. FAO, 2005 FAOSTAT
2. 한국비료공업협회, 1997, 2006 비료연감
3. K. Mengel and E.A. Kirkby, Principle of Plant Nutrition, International Potash Institute
4. N.C. Brady and R.R. Weil, The Nature and Properties of Soils, Prentice Hall
5. 홍순달, 김재정. 지상원격탐사의 농업적 활용, Korean J. Soil Sci. Fert. 36(2) 92-103(2003)
6. 조성진 외 12인, 삼정비료학. 향문사
7. 한국농림수산과학협회, 세계의 식량수급 전망과 우리의 식량대책, 1996 한국농림수산과학협회 국제심포지움.

- ♣ 동양이 짜실이 아니라. 지식도 짜실이고 건강도 짜실이다. 짜능도 짜실이다.  
그리고 의지는 다른 어찌한 짜실보다 훌륭할 것이다.  
누구든지 굴을 의지를 가지고 있으면 자기 마음대로 사용할 수 있기 때문이다.  
쌓아 놓은 짜를보다 굴을 의지에서 얻은 행복이 사람에게는 훨씬 크다.

<축와조>