

관행농법, 시설재배 및 유기농법 재배지 토양의 화학적 특성과 배추, 상추의 NO₃⁻집적량 차이

손상목 · 한도희 · 김영호*

단국대학교 농과대학 식물자원학부*

Chemical Characteristics of Soils Cultivated by
the Conventional Farming, Greenhouse Cultivation and Organic Farming
and Accumulation of NO₃⁻ in Chinese Cabbage and Lettuce

Sohn Sang-Mok · Han Do-Hee · Kim Young-Ho*

Coll. of Agriculture, Dan Kook University, 330-714 Cheon An, Korea

ABSTRACT

In order to get some basic datas on environmental friendly funtion against soil and water pollution and safe vegetable production by organic farming, chemical characteristics of soils cultivated by the conventional farming, greenhouse cultivation and organic farming and acumulation of NO₃⁻ in chinese cabbage and lettuce were analysed. The highest value of NO₃⁻-N in 0-30cm subsoil of organic farming was found among the 3 different farming systems, and it was 3.6 and 6.6 times higher than those of conventional farming in chinese cabbage and lettuce respectively. P₂O₅ also show high accumulation in the rhizosphere of organic farming compared to convnetional farming. The accumulation of NO₃⁻-N and P₂O₅ in the rhizosphere of organic farming were similar to those of greenhouse cultivation. The NO₃⁻ accumulation in chinese cabbage and lettuce by organic farming reach 3224ppm in chinese cabbage and 2543ppm in lettuce and it were 4.7 and 6.4 times higher than those of convnetional farming. It is urgently necessary to introduce the basic standard of IFOAM, EU and FAO/WHO Codex on organic agriculture into korean organic agriculture for operation of environmental friendly system and production of safe vegetable in terms of NO₃⁻.

I. 서 언

국민소득증가 추세와 더불어 유기농산물에 대한 수요와 관심이 나날이 증대되는 추세에 있다.

서울시와 농협이 팔당상수원보호구역내에 유기농업을 지원하고 있어 유기농업 독농가 수가 증가하고 있으며 최근 서울시 일원에 유기농산물 판매매장도 설치되고 있다. 또한 정부는 일정한 자격조건에 도달한 유기농업 재배농가에서 생산되는 유기농산물에 품질인증을 해주는 품질보증제를 실시하고 있다.

이에 대부분의 국민들은 유기농산물을 안전농산물인 것으로 인식하고 있으며, 유기농산물 생산농법을 환경보전적인 것으로 이해하고 있다. 그러나 몇 년전부터 국내 학계에는 손(1994₁, 1994₂, 1995₂, 1995₃)에 의해 한국유기농업이 국제적 유기농업 기본규약인 IFOAM 기본규약(1994), EU 유기농업규정(IFOAM,1993), Codex 유기농업규격(FAO/WHO, 1996) 등과 전혀 상이한 유기농업기술을 실시하고 있으며 유기농법으로 생산된 엽채류의 질산염 함량이 관행농산물보다 오히려 높다고 보고되고 있다. 뿐만 아니라 국립농산물검사소(1996)의 엽채류 질산염함량 분석 결과에서도 유기농산물이 관행농산물보다 많은 것으로 나타나고 있다. 이의 원인으로는 한국유기농업의 주요기술이 초창기에 유기농업을 이끌어 온 일부 독농가들의 경험적 이론에 지나치게 의존해온 점과 한국유기농업이 아직까지 한 번도 환경영향평가를 받아 그 핵심기술 정립의 과학화 기회를 갖지 못했음이 지적(손, 1995₃; 손 등, 1996)되고 있다.

정부는 환경농업육성계획에 의하면 유기농업을 중산간지농업으로 육성하고 퇴비제조시설지원, 직접지불제, 품질인증제 확대 등 각종지원방안이 강구될 예정이다. 또한 유기농산물의 시장점유율은 현재의 1%에서 2000년대 초반에는 약 5%내외로 까지 증가할 것으로 예측되고 있다. 따라서 국제유기농업 기본규약과 상이한 기술을 구사하는 한국유기농업이 과연 환경보전적인 농법인가에 대한 환경영향평가와 유기농법으로 생산되는 농산물이 질적으로 안전한 농산물인지에 대한 평가가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

이에 본 논문에서는 한국유기농업의 환경보전적 기능과 안전농산물생산 기능을 검토하는데 목적을 두고 관행농법, 시설재배, 유기농법을 실시하는 농가포장의 토양화학적 성질과 각각의 농가포장에서 생산된 배추, 상추의 NO_3^- 함량을 비교 분석하였으며 몇가지 결과를 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 材料 및 方法

1. 조사농가 및 시료 채취

농가의 재배농법별 배추와 상추 재배 토양의 염류집적 및 가식부위내 NO_3^- 집적차이를 알아보기 위해 96년 7월부터 9월말까지 경기도 용인시와 충남 천안, 아산시 등지에서

관행농법, 시설재배, 유기농법 등 재배농법 및 재배작물별로 각각 관행농법토양 60개, 시설재배토양 36개, 유기농법토양 30개 포장을 임의선정하여 토양과 식물체를 채취하였다.

토양의 경우 0~30cm, 30~60cm의 깊이에서 농가당 3군데 씩을 채취하여 즉시 4℃ 이하의 신선한 상태로 운반하여 분석하였으며, 식물체는 배추와 상추를 각각 농가당 3점씩 채취한후 즉시 4℃ 이하의 신선한 상태로 운반하여 분석하였다.

2. 분석방법

NO₃⁻ 함량은 *E. coli* 세포 질산환원분석법(Kücke 등, 1996)을 이용하여 분석하였다. 저온 보관된 토양 100g을 평취하여 0.025N의 CaCl₂ 용액 250ml을 넣어 30분 교반 후 여과지 No. 2 filter paper로 여과한 후, 이 추출액 중 0.1ml을 취하고 formate buffer 용액을 가한 후 일정량의 *E. coli* suspension을 주입하여 37℃에서 항온처리하였다가 20분 후 2ml의 nitrite test reagent를 가한 후 UV-spectrophotometer (MILTON ROY Model : SPECTRONIC 601)를 이용하여 540nm에서 측정하였다. 식물체의 경우에는 신선한 상태의 배추와 상추를 각각 10g씩 평취하여 증류수 100ml을 넣어 1시간동안 교반한 후 여과지 No. 2 filter paper로 여과한후 토양 NO₃⁻ 측정과 같은 방법으로 측정하였다.

pH측정은 혼합 마쇄한 시료 10g에 증류수 50ml을 가하여 시료와 증류수의 비율을 1 : 5로 만든 후 이를 30분간 진탕하여 pH meter(동우 메디칼 시스템 Model DP-135M pH/Ion meter)로 측정하였다. EC는 pH를 측정하기 위하여 증류수와 1:5로 만든 용액을 이용하여 EC meter(ORION Model 115)로 측정하였다.

토양의 T-N함량은 Kjeldahl法에 의거하여 분석하였다. 건조시료 0.5g에 H₂SO₄ 20ml과 촉매제로서 황산염 혼합분말 5g을 가하여 분해한 후 냉각하여 NaOH 5ml을 가한 후 증류시켰으며 증류하여 받은 용액은 0.1N HCl로 청색에서 핑크색이 될 때까지 적정하여 이를 계산하였다. 한편 P₂O₅는 Lancaster 法에 의거하여 분석하였다. 혼합 마쇄된 토양 5g을 20ml의 인산 침출액을 넣어 10분간 진탕한 후 여과하여 1-amino-2-naphtal-4-sulfonic acid에 의한 몰리브덴(Mo) 靑法으로 분석하였다. 즉 여과액 3ml과 ammonium paramolybdate 혼합용액 6ml, 그리고 1-2-4 용액을 0.4ml 씩을 넣은 후 30℃에서 30분간 발색시킨 후 UV-spectrophotometer에서 660nm에서 측정하였다.

III. 結果 및 考察

1. 재배농법별 토양깊이에 따른 토양의 화학적 성질의 차이

배추와 상추를 재배하는 농가의 재배농법별 토양 깊이에 따른 염류집적정도를 파악하기 위해 관행농법 토양, 시설재배 토양, 유기농법 토양 시료의 토양화학성을 분석한 결과는 <표 1>과 같다.

배추 재배지에서 pH는 일반 관행농법 6.4에 비하여, 시설재배는 6.2, 유기농법 5.9 이었고, 상추 재배지에서는 일반 관행 6.7, 시설 6.5, 유기 5.7로 나타나 일반 관행농법 토양> 시설재배 토양>유기농법 토양의 순으로 pH가 낮아지고 있음을 알 수 있다. 일반 관행농법 토양보다 시설재배 토양이 산성화되고 있다고 한 정 등(1994)의 보고와 일치하는 것이며 유기농법 토양의 pH가 낮은 것은 토양 중의 유기물의 분해 과정 중 생성되는 질산, 황산, 인산 등의 수용성 산들이 토양 pH를 감소시키기 때문(Charles,1992; Frederick 등,1993)이라고 생각된다.

배추 재배지의 T-N 함량은 관행농법과 시설재배의 경우 거의 차이가 없었으나, 유기농법의 경우 다른 재배농법보다 높은 T-N 함량을 나타냈다. 상추 재배지의 경우에도 배추 재배지와 같은 경향을 보이고 있는데, 이는 퇴비의 시용량이 증가함에 따라 T-N 함량도 증가한다고 한 이 등(1996)의 보고와 일치하는 것으로서 유기물함량 증가에 따른 당연한 결과이다.

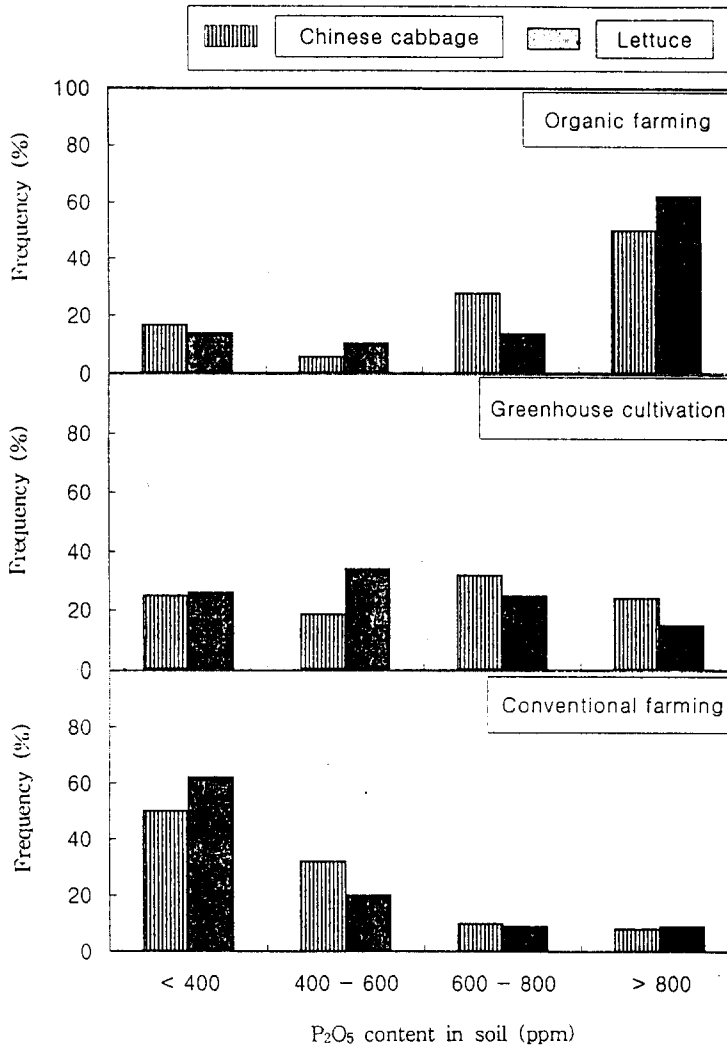
관행농법, 시설재배, 유기농법으로 배추와 상추를 재배하는 0~30cm 근권토양의 유효인산(P₂O₅)의 집적량 분포는 <그림 1>과 같다. 관행농법 토양의 56%가 400ppm 이하의 유효인산함량을 보이는 반면 유기농법 토양의 56%는 800ppm이상의 유효인산함량을 나타내 대부분의 유기농법 토양에서 인산집적현상이 일어나고 있음을 알 수 있었다.

평균 P₂O₅함량 역시 배추 재배지의 경우 일반 관행재배지가 498ppm, 시설 670ppm, 유기 769 ppm으로 관행농법 토양보다는 시설재배 토양, 시설재배 토양보다는 유기농법 토양에서 높게 나타났으며, 상추 재배지에서도 일반 관행 327ppm, 시설 521ppm, 유기 938 ppm으로 일반 관행재배지에 비해 시설재배 토양, 시설재배 토양보다는 유기농법 토양에서 높게 나타났다<표 1참조>. 이는 토양내 인산의 적정비율이 436ppm (米山,1993)이라고 한 것과 비교하여 시설과 유기농법 재배지가 배추는 1.5, 1.8배 높은 것이었으며, 상추의 경우에는 1.2, 2.2배 높게 나타난 것이다.

Table 1. Chemical characteristics of farmland soil practiced by the different farming methods.

Farming method	Corp	Soil depth	pH	T-C	P ₂ O ₅	EC
Conventional farming	Chinese cabbage	0-30cm	6.4	0.04	498	0.8
		30-60cm	6.2	0.03	159	0.5
	Lettuce	0-30cm	6.7	0.02	327	0.7
		30-60cm	6.2	0.02	206	0.3
Greenhouse cultivation	Chinese cabbage	0-30cm	6.2	0.04	670	1.6
		30-60cm	5.8	0.02	220	1.1
	Lettuce	0-30cm	6.5	0.01	521	1.8
		30-60cm	6.5	0.03	315	0.6
Organic farming	Chinese cabbage	0-30cm	5.9	0.17	769	2.0
		30-60cm	5.5	0.10	717	1.6
	Lettuce	0-30cm	5.7	0.12	938	2.3
		30-60cm	5.3	0.07	462	1.5

Fig 1. Frequency of P₂O₅ content in 0-30cm rhizosphere of chinese cabbage and lettuce cultivated by different farming methods.



특히 유기농법토양의 P₂O₅함량이 관행농업 재배지에 비해 높게 나타난 것은 인산함량이 많은 축분 또는 축분퇴비의 과다사용으로 인하여 근권토양 중의 유효인산이 과다하게 되어 다량 집적된 것으로 보인다. 이러한 결과는 시설재배지와 유기농업 재배지의 P₂O₅ 함량이 일반 관행 농업 재배지에 비해 4~5배 높았다고 보고한 이(1991)의 보고와 비슷한 결과로서 한국유기농업이 해결해야할 과제라고 생각된다. 이같은 사실은 작물의 질소 요구도를 축분 또는 축분퇴비만으로 충족시키려고 할 경우 인산의 집적을 회피할수 없기 때문에(박, 1996 ; 손 등, 1996) 유기질비료를 사용하여 작물을 재배하는 것이 유기농업이

라고 믿고 실천하는 한국유기농업이 회피할수 없는 문제점 중의 하나라고 판단된다.

이같은 인산집적 토양오염문제를 한국유기농업이 극복해 나가기 위해서는, 한국유기농업이 유기농업적 토양비옥도 향상방법을 구사하여도 작물재배에 요구되는 영양분이 부족할 경우 축분이나 축분퇴비 등을 제한적으로 사용한다고 규정하고 있는 국제유기농업 기본규약(손, 1995; 손 등, 1996)을 수용하여야만 한다고 생각된다.

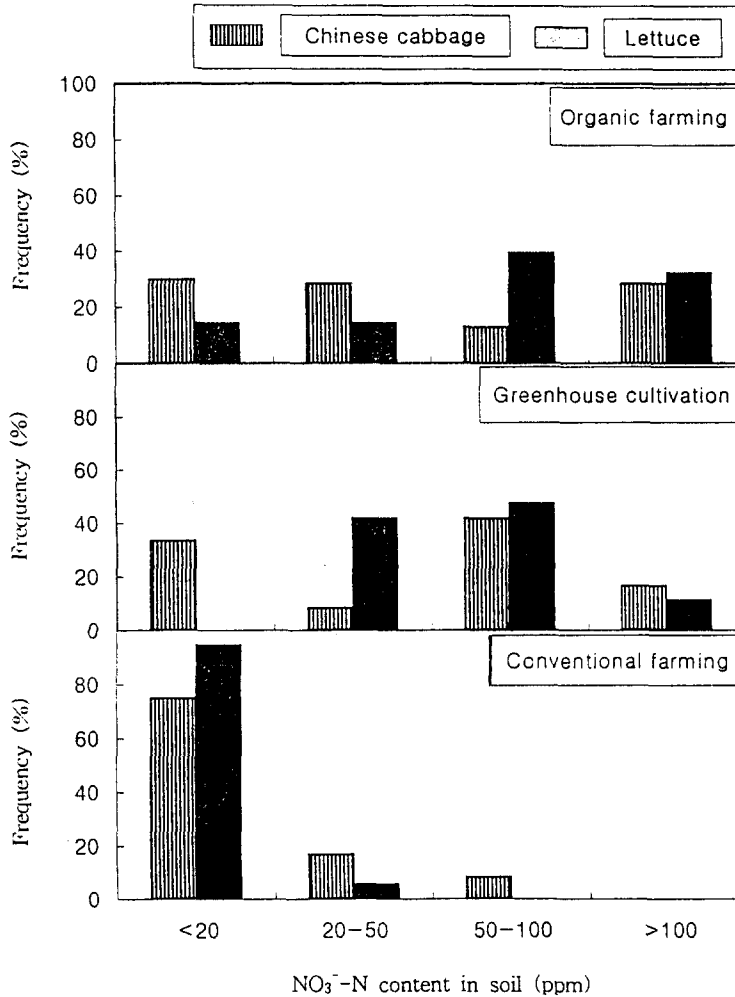
염농도(EC)의 경우도 P₂O₅함량과 비슷한 양상을 보여 배추 재배지의 경우 관행농법토양 0.8mS/cm, 시설재배토양 1.6mS/cm, 유기농법토양 2.0mS/cm로 유기농법토양이 가장 높았으며, 상추 재배지 역시 관행토양 0.7mS/cm, 시설재배토양 1.8mS/cm, 유기농법토양 2.3mS/cm로 유기농법토양이 가장 높았다. 이는 유기농업 재배지의 염류집적정도가 관행재배지에 비하여 높다는 김(1996)의 보고와 일치하는 것이다.

한편 배추 및 상추재배지의 재배농법별 근권토양의 NO₃⁻-N함량을 나타낸 것은 표2이다. 관행농법 근권토양(0-30cm)내 NO₃⁻-N 함량은 배추, 상추에서 각각 6~50ppm, 7~33ppm를 나타냈으나, 시설재배 토양의 경우 8~212ppm, 22~228ppm, 유기농업 토양 4~256ppm, 5~255ppm으로 유기농업 토양의 NO₃⁻-N함량이 시설재배 토양과 비슷하게 높은 경향을 나타냈다. 근권토양내 평균 NO₃⁻-N함량은 배추의 경우 관행농법 토양 18ppm, 시설재배토양 64ppm, 유기농법 토양 64ppm으로 관행재배에 비해 시설재배 3.6배, 유기농법 3.6배로 높게 나타났으며, 상추의 경우에도 관행재배지보다 시설재배 5.3배, 유기농법 6.6배 더 높게 나타나 유기농법 농가포장의 근권토양내 NO₃⁻-N집적이 심각한 것으로 나타났는데, 이는 <그림 2>의 근권토양의 NO₃⁻-N집적량 범위별 빈도 분포에서 더욱 분명하게 알 수 있었다.

Table 2. NO₃⁻-N content in 0-30cm, 30-60cm soil depth of chinese cabbage and lettuce cultivated by the different farming methods.

Crop	Farming method	Soil depth (cm)	Range of NO ₃ ⁻ content (ppm/F.W.)	Average content (NO ₃ ⁻ -N ppm)
Chinese cabbage	Conventional farming	0-30	6~ 50	18
		30-60	5~ 60	15
	Greenhouse cultivation	0-30	8~212	64
		30-60	9~ 87	36
	Organic farming	0-30	4~256	64
		30-60	13~160	71
Lettuce	Conventional farming	0-30	7~ 33	13
		30-60	5~ 23	11
	Greenhouse cultivation	0-30	22~228	69
		30-60	13~200	48
	Organic farming	0-30	5~255	86
		30-60	9~198	70

Fig 2. Frequency of NO_3^- -N content in 0-30cm rhizosphere of chinese cabbage and lettuce cultivated by different farming methods.

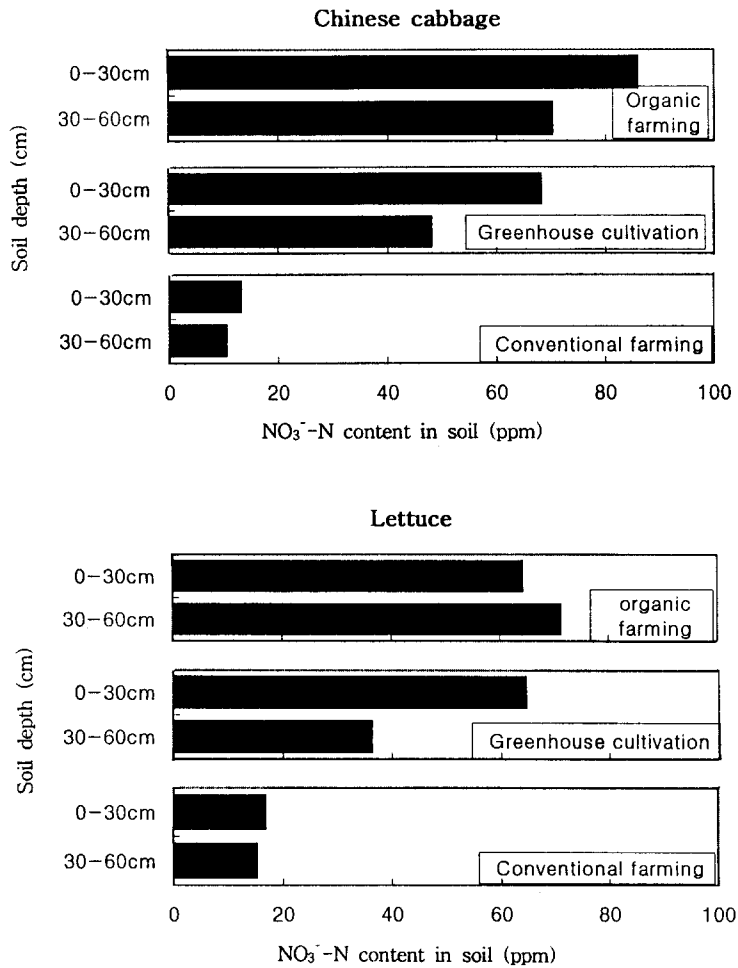


이같은 결과는 시설재배지의 토양이 염류토의 특성을 가진 토양으로 변해가는 곳이 많다고 한 신(1988)과 유기농가에서 과다한 유기질 비료 사용이 토양의 NO_3^- -N 집적을 일으키고 있다는 손(1994_{1,2}, 1995_{1,2})의 보고와 일치하는 것이다. 또한 유기농업토양의 이같은 과다한 NO_3^- -N 집적은 유기재배토양의 근권토양의 NO_3^- -N 함량이 관행농법 토양에 비해 크게 높다는 손 등(1996)의 보고와 일치하는 것이다.

조사대상 토양의 토양깊이별 평균 NO_3^- -N 함량을 나타낸 <그림 3>에서 알수 있는바와 같이 유기농법포장 심층토(30~60cm)의 NO_3^- -N 함량은, 배추의 경우 71ppm으로 관행농법 15ppm에 비해 4.7배 높게 나타났으며, 이러한 경향은 상추 재배지에서도 비슷하였다. 토양내 염류집적과 지하수오염이 문제가 되고 있는 시설재배 토양과 비교하여도 유

기농법 토양이 배추의 경우 2배, 상추의 경우 1.5배 높았다.

Fig 3. NO_3^- -N content in 0-30, 30-60cm soil depth of chinese cabbage and lettuce cultivated by different farming methods.



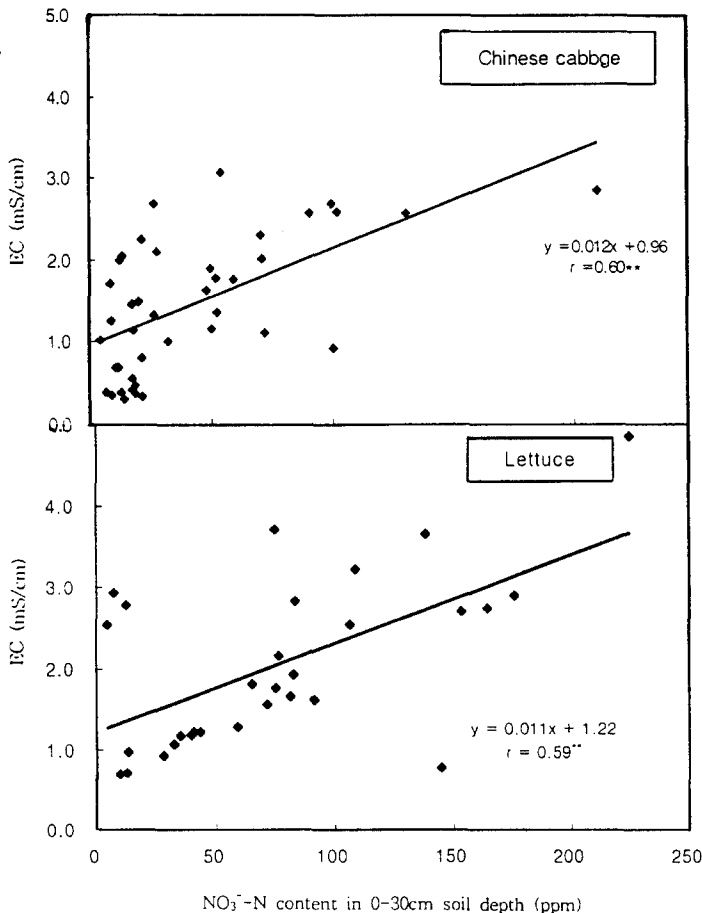
이같은 과도한 NO_3^- -N 집적은 강우시 질산염용탈로 인한 지하수오염을 야기할수 있으므로 상수원보호구역내 유기농업은 관행농법보다 NO_3^- -N 수질오염의 더 큰 원인이 될수 있음을 알 수있었다.

이처럼 유기농법 포장의 심층토 NO_3^- -N 함량이 관행농법이나 시설재배 포장의 심층토 NO_3^- -N 함량과 비교하여 더욱 많은 까닭은 유기농법 재배농가가 1년 2~5모작을 실시하면서 다량의 유기질 비료를 시비하기 때문인 것으로 생각되어진다. 이와 관련되어 홍

(1993)은 유기질 비료를 과다사용할 경우 지하수로 NO₃⁻-N이 용탈되어 지하수 오염의 원인이 된다고 하였으며, 윤과 유(1993)는 50 t/ha 이상의 유기질 비료 과다사용시 지하로의 NO₃⁻용탈이 심화된다고 하였다.

근권토양 중의 NO₃⁻-N함량과 염농도(E.C.)의 단순상관 관계를 분석한 성적은 그림 4와 같다. 배추의 경우 상관계수(r)가 0.60**, 상추는 0.59**로 정의 상관관계가 인정된다. 이를 통해 토양 중의 NO₃⁻-N함량과 염농도 사이에 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수 있으며, 이는 염농도와 음이온간에 고도의 정의 상관관계가 있으며 음이온 중 염농도에 가장 큰 영향을 미치는 것이 NO₃⁻-N이라는 이 등(1983)과 김 등(1990)의 보고 및 토양내 NO₃⁻-N과 EC는 정의 상관관계를 가지고 있으며, 시설재배지와 유기농법재배지의 NO₃⁻-N집적이 가장 큰 문제가 된다고 한 小田 등(1985)의 보고와 일치하는 것이다.

Fig 4. Correlation between NO₃⁻-N content and E.C. in 0-30cm soil depth of chinese cabbage and lettuce.



본 재배농법별 농가포장의 근권토양 화학성분을 분석한 결과, 시설재배지와 유기농법 재배지 토양의 유효인산, 염농도, NO_3^- -N 함량이 관행 재배지 토양에 비해 모두 높게 나타났다. 특히 유기농법토양이 시설재배토양과 비슷하거나 조금 높게 나타났는데, 이는 유기질비료를 과다 시용시 토양내 N, P, K 함량이 증가한다는 Hong(1996)의 보고와 일치하는 것이며, NO_3^- -N함량의 축적은 한국유기농업이 유기질비료 사용이라는 하나의 방법만으로 작물이 필요로 하는 질소, 인산 등 모든 무기성분 공급을 도모하여 왔으므로 작물이 가장 많이 필요로 하는 질소성분의 요구도를 충족시키기 위해 다량의 유기질 비료를 사용할 수 밖에 없었고, 이는 결과적으로 NO_3^- -N과는 달리 토양에 다량 고정되어지는 P_2O_5 등의 축적을 야기(손 등, 1996)하게 되었다고 생각된다.

이를 개선하기 위하여 국제유기농업 기본규약을 준수하는 유럽유기농업의 경우 근권토양의 염류집적 경감의 긍정적 효과 (UBA, 1994 ; Green peace, 1992)와 질산염용탈에 의한 수질오염의 위험 감소(Green peace,1992)가 평가되고 있음에 유의하여 유기질비료만을 사용하여 작물을 재배하는 것이 유기농업이라는 한국형유기농업적 사고에서 탈피하여야 할 것으로 생각된다. IFOAM(1994)의 기본규약, EU 유기농업규정(IFOAM, 1993), FAO/WHO Codex(1996)의 유기농업 규격 등에서 규정하고 있는바와 같이 녹비작물 재배, 윤작, 두과작물재배를 통한 토양비옥도 유지의 토대위에서 작물을 재배하고 부족한 영양분 공급을 위해 축분과 축분퇴비를 제한적으로 사용한다는 국제유기농업 기본규약의 핵심내용을 수용하는 한국유기농업 기본규약 제정을 통해서 한국유기농업은 토양내 NO_3^- , P_2O_5 등 염류집적문제를 회피할수 있을 것으로 판단된다.

2. 재배농법에 따른 작물체내의 NO_3^- 집적량 차이

재배농법에 따른 배추와 상추의 가식부위내 NO_3^- 집적량 범위와 평균치는 <표 3>과 같다. 배추의 NO_3^- 집적량은 관행농법재배 430~3410 ppm(평균 1586ppm), 시설재배 904~4631ppm(평균 3077ppm), 유기농법재배 2135~4742ppm(평균 3224ppm)이었다. 한편 상추 NO_3^- 집적량은 관행농법재배 472~2455ppm(평균 1537ppm), 시설재배 1608~3452ppm(평균 2455ppm), 유기농법재배 679~4680ppm(평균 2543ppm)이었다. 배추와 상추 모두 일반 관행농업 < 시설재배 < 유기농업 순으로 식물체내 NO_3^- 집적량이 높았으며, 상추에 비해 배추의 집적량이 더 높은 것으로 나타났다.

이처럼 유기농법 채소의 NO_3^- 집적량이 관행농법 채소보다 높은 것은 독일의 경우 관행농법 채소에 비해 유기농법 채소의 NO_3^- 집적량이 훨씬 낮다는 Rauter & Wolkerstorfer(1982)의 보고와 상반되는 것으로서 유기물사용에만 의지하는 한국유기농업의 축분 및 퇴비사용량이 작물의 질소요구도를 훨씬 상회할 정도로 과잉되고 있음을 반영(손과 오, 1993 ; 손, 1994₂ ; 손, 1995₁ ; 손 등, 1996)하고 있다고 생각된다.

한편 재배농법별 배추, 상추의 가식부위내 NO_3^- 집적량범위 분포는 <그림 5>에서 알수 있는 바와 같이 상추의 경우 NO_3^- 집적량이 2000 ppm을 넘는 것이 관행농법재배의 경우 11%인 반면에 시설재배 81%, 유기농법재배 79%로 시설재배와 유기농법으로 재배된 상

추의 NO_3^- 집적량이 각각 높은 것으로 나타났으며 배추의 경우에도 관행농법재배 18%, 시설재배 83%, 유기농법재배 100%로 나타나 시설과 유기농법으로 재배된 상추와 배추의 NO_3^- 집적이 높았다. 이는 시설재배 채소(손 등, 1995 ; 박 등, 1994)와 유기농법재배 채소(박 등, 1994 ; 손과 오, 1993 ; 손, 1994₁ ; 손 등, 1996)의 NO_3^- 집적량이 관행농업으로 재배된 채소에 비해 높다는 보고와 일치하는 것이다.

Fig 5. Frequency of accumulation NO_3^- in chinese cabbage and lettuce by different farming methods.

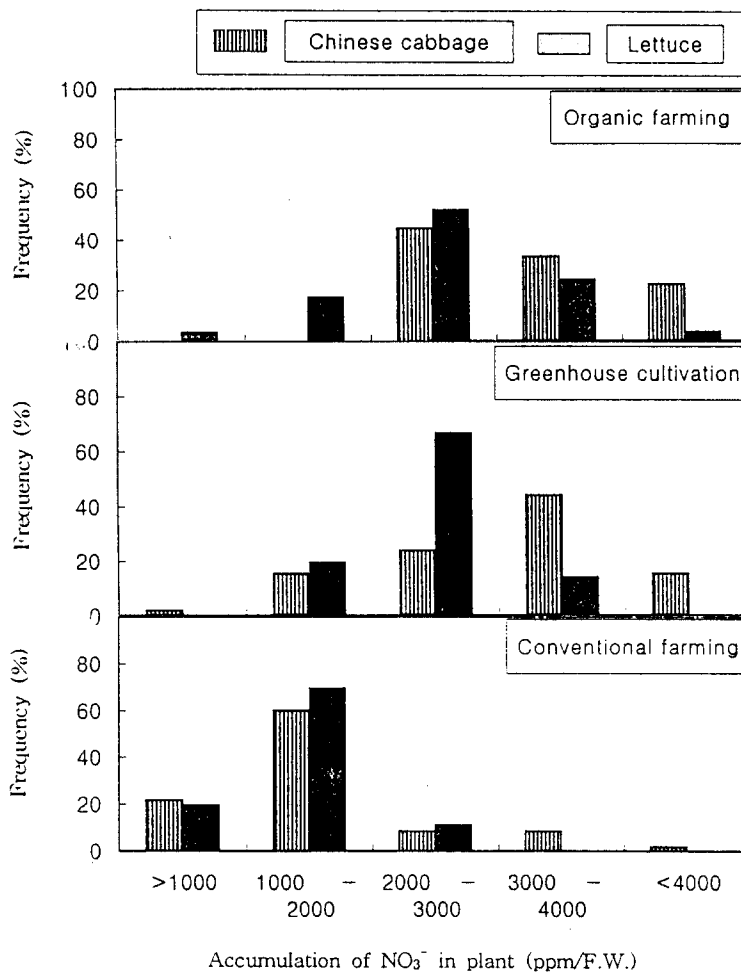


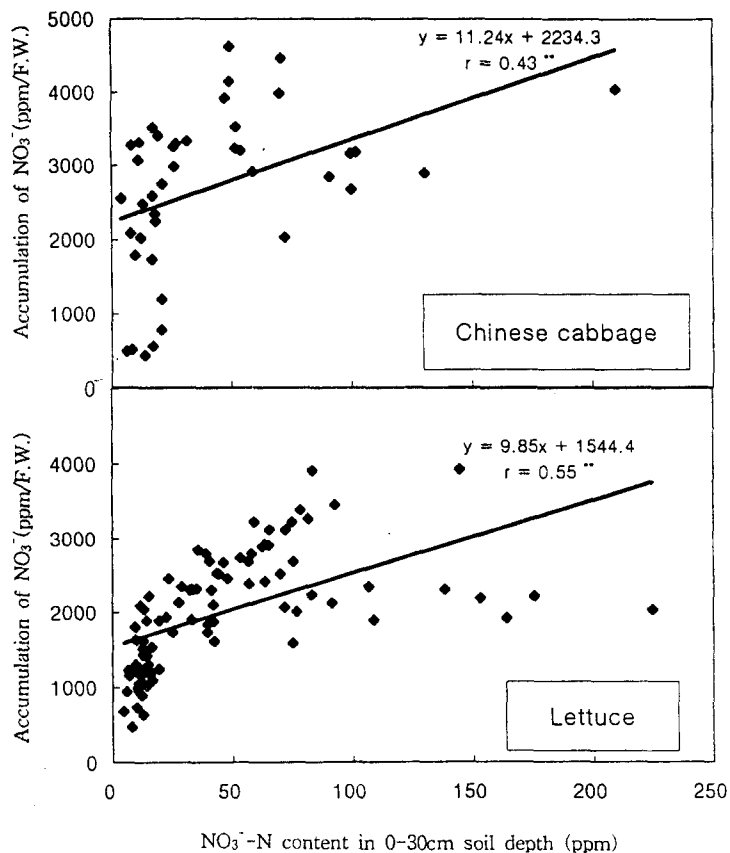
Table 3. Accumulation NO_3^- in chinese cabbage and lettuce by the different farming methods.

Crop	Farming method	Range of NO_3^- content (ppm/F.W.)	Average content (NO_3^- ppm/F.W.)
Chinese cabbage	Conventional farming	430 ~ 3410	1586
	Greenhouse cultivation	904 ~ 4631	3077
	Organic farming	2135 ~ 4742	3224
Lettuce	Conventional farming	472 ~ 2455	1537
	Greenhouse cultivation	1608 ~ 3452	2455
	Organic farming	679 ~ 4680	2543

3. 근권토양내 NO_3^- -N함량과 작물체내의 NO_3^- -집적량의 상관관계

근권토양내 NO_3^- -N함량과 채소 가격부위내 NO_3^- 집적량과의 상관관계를 나타낸 것이 그림 6이다.

Fig 6. Correlation between NO_3^- -N content in 0-30 soil depth and accumulation of NO_3^- in chinese cabbage and lettuce



근권토양내 NO_3^- -N함량과 채소 가식부위내 NO_3^- 집적량과의 상관관계수(r)는 배추 0.43**, 상추 0.55**로 정의 상관관계를 나타내고 있는데, 이는 근권토양내 NO_3^- -N함량이 증가할수록 배추와 상추의 NO_3^- 집적량이 증가함을 나타내는 것이다. 이는 토양 중 NO_3^- -N함량이 높을수록 채소내 NO_3^- 집적량이 많아진다고 한 Claus(1983), Scharpf(1991)와 한국 유기농업재배토양이 유기질비료의 과다사용으로 근권토양내 NO_3^- -N함량이 과다 집적되며, 이로 인해 유기농업 채소내 NO_3^- 집적량이 관행농법 채소에 비해 높다고 보고한 손(1994_{1,2}, 1995_{1,2})의 보고와 일치하는 것이다.

IV. 적 요

본 실험은 한국 유기농업의 환경보전적 기능과 안전농산물 생산 기능을 검증하기 위한 기초자료를 수집코자 일반 관행농법, 시설재배 및 유기농법을 실시하는 농가포장의 토양의 화학적 성질과 생산농산물의 NO_3^- 함량을 비교 분석하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 유기농법 토양의 수확후 0~30cm 근권내 NO_3^- -N함량은 배추의 경우 64ppm으로 시설재배 토양 64ppm과 동일한 높은 집적량을 보여 관행재배지 18ppm에 비하여 3.6배 높았다. 한편 상추의 경우에는 86ppm으로 오히려 시설재배 토양 69ppm보다 많았으며 관행농법 토양 13ppm에 비해 6.6배나 높았다.
2. 유기농법 토양은 심층토양에서의 NO_3^- -N함량 역시 배추의 경우 71ppm으로 시설재배 토양 36ppm보다 높았으며, 관행농법 토양 15ppm에 비하여 4.7배나 높았다. 상추의 경우에도 유기농법 토양의 70ppm은 시설재배 토양 48ppm에 비해 높았으며 관행농법 토양 11ppm에 비해 6.4배나 높았다.
3. 근권토양의 P_2O_5 집적량 역시 유기농법 토양 (배추, 769ppm; 상추, 938ppm) > 시설재배 토양 (배추, 670ppm; 상추, 521ppm) > 관행농법 토양 (배추, 498ppm; 상추, 327ppm) 순으로 높았다. EC 역시 유기농법 토양(2.0-2.3mS/cm) > 시설재배 토양 (1.6-1.8mS/cm) > 관행농법 토양(0.7-0.8mS/cm) 순으로 높았다.
4. 근권토양내 NO_3^- -N함량과 EC와의 단순상관에서 배추($r=0.60^{**}$), 상추($r=0.59^{**}$) 모두 높은 정의 상관관계를 보였다.

5. 식물체내 NO_3^- 집적량은 배추의 경우 유기농법(3224ppm) > 시설재배(3077ppm) > 관행농법(1586ppm) 순으로 높았으며, 상추의 경우 유기농법(2543ppm) > 시설재배(2455ppm) > 관행농법(1537ppm) 순으로 높았다.

6. 근권토양내 NO_3^- -N함량과 식물체내의 NO_3^- 집적량은 배추($r=0.43^{**}$), 상추($r=0.55^{**}$) 모두 높은 정의 상관관계를 보였다.

참 고 문 헌

- 국립농산물검사소(1996) : 채소의 질산염함량 분석 자료.
- 김원출, 봉원애, 황광남, 박영대(1990) : 시설재배지 토양의 화학적 특성에 관한 연구, 문준 연구관 정년기념 논문집, pp.57-61.
- 박백균, 김태하, 김유학, 호교순(1994) : 주요 논, 밭 작물에 대한 농가시비 실태, 한국토양비료학회지, 27(3):238-246.
- 박천서(1996) : 농촌진흥청 농업과학기술원, 개인면담.
- 손상목(1994₁) : 일반 관행농법과 유기농업 배추·무우의 가식부위내 NO_3^- 집적량 차이, 유기농업학회지, 3:87-97.
- 손상목(1994₂) : 채소를 통한 한국인의 일일 NO_3^- 섭취량과 안전농산물의 NO_3^- 함량기준 설정, 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움(1994. 10. 12-13, 농촌진흥청 농민회관), 농촌진흥청 농업기술연구소·농협중앙회·한국토양비료학회 공동주최, pp.251-276.
- 손상목(1995₁) : 채소를 통한 일일 NO_3^- 섭취량과 안전농산물 NO_3^- 함량 허용기준 설정, 한국유기농업학회지, 2:45-61.
- 손상목(1995₂) : 채소를 통한 일일질산염 섭취량과 안전농산물 질산염함량 허용기준 설정, 채소류의 질산염 잔류량 기준 마련을 위한 간담회, 한국프레스센터, 1995. 11. 20, 소비자문제를 연구하는 시민의 모임, pp.1-15.
- 손상목(1995₃) : 국제 유기농업 기본규약과 한국 유기농업 실천기술의 비교분석 연구, 한국유기농업학회지, 4(2), pp.97-136.
- 손상목, 오경석(1993) : 질소비료 저투입에 의한 우수 농산물 간이판정 지표로서 주요 농작물의 “가식부위내 NO_3^- 활용 가능성”에 관한 연구, 한국유기농업학회지, 2:2-15.
- 손상목, 오경석, 이장석(1995) : 차광정도 및 질소 시비량이 배추수량과 가식부위의 NO_3^- 집적량에 미치는 영향, 토양비료학회지, 28:154-159.
- 손상목, 이윤건, 한도희, 김영호(1996) : 농가의 상이한 농법에 의한 배추, 상추, 케일 재배 근권토양 및 가식부위내 NO_3^- 집적량 차이, 大山論叢, 4:143-152.
- 신원교(1988) : 시설원예지 토양의 염류집적과 장애 및 제염효과에 관한 연구, 서울대 박사학위논문.
- 윤순강, 유순호(1993) : 토양중 질산태질소의 행방과 지하수질, 한국환경농학회지, 12(3): 281-297.
- 이상은, 박준규, 윤정희, 김만수(1983) : 비닐하우스 토양의 화학적 특성에 관한 연구, 농사시험연구논문집(식환, 균이, 농가), 29(1):166-171.
- 이주삼, 장기운, 조성현, 오진걸(1996) : 유기농산물 생산을 위한 퇴비시용이 무의 품질과 토양의 이화학성에 미치는 영향, 한국토양비료학회, 29(2):145-149.

- 이춘희(1991) : 퇴비·석회 및 규산질 비료가 축적인산의 유효화에 미치는 영향, 경상대 박사학위 논문.
- 정구복, 유인수, 김복영(1994) : 중북부지역 시설원예지 토양의 토성, 염농도 및 화학성분의 조성, 한국토양비료학회지, 27(1):33-40.
- Kücke, M., 이윤건, 손상목(1996) : E. coli 세포를 이용한 식물, 토양 및 수질의 질산 분석 방법, 제56차 정기총회 및 학술발표대회, 한국토양비료학회, pp.28-29.
- 홍중운(1993) : 유기자원의 활용현황과 전망, 환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지움, 한국토양비료학회, pp.31-67.
- 米山忠克(1993) : 營養診斷とつくり, 日本土壤協會.
- 土環境に調和した上つくり, pp.72-79.
- 小田雅行, 鈴木則夫, 鈴木義彦, 志村 清(1985) : 有機物試用による施設野菜の鹽類高濃度障害對策, 野菜試驗研究報告書, pp.21-32.
- Charles, A.B.(1992) : Soil Fertility Evaluation and Control, Lewis Publishers.
- Claus, P.(1983) : Nitrate content of vegetables, and environmental and quality problem, Deutscher Gartenbau, 37(30):1371-1374.
- FAO/WHO Codex Committee(1996) : Draft guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods (at step of the procedure), p.32.
- Frederick, R.T. and Louis, M.T.(1993) : Soils and Soil Fertility, Oxford University Press.
- International Federation of Organic Agriculture Movement(1993) : EEC Regulation "Organic Agriculture". p.104.
- International Federation of Organic Agriculture Movement(1994) : IFOAM Basic Standards for Organic Agriculture and Food Processing & Guidelines for Social Rights and Fair Trade ; Coffee, Cocoa and Tea; Evaluation of Inputs. IFOAM Standards Committee. p.32.
- Green Peace(1992) : Ökologische Landwirtschaft in Europe - der Schritt in die Zukunft und wer ihn verhindern.
- Hong, C.W.(1995) : Impact of organic farming on soil nutrient supply and nutrient requirement of crops with reference to the Korean situation, Potassium in Asia, balanced fertilization to increase and sustain agricultural production, International Potash Institute, pp.363-369.
- Rauter, W. and Wolkerstorfer, W.(1982) : Nitrate in Gemüse. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 175:122-124.
- Scharpf, H.C.(1991) : Nutrient Influence on the Nitrate Content of Vegetables, The Fertilizer Society, Proceedings No.313, p.25.

Sohar, J. and Domoki, J.(1980) : Nitrite and Nitrate in Human Nutrition, *Biblhca Nutr. Dieta*, 29:65-74.

UBA(1994) : Berichte 2/94, Stoffliche Belastung der Gewässer durch dir Landwirtschaft und Maßnahmen zu Verringerung. Umwelt Bundesamt. p.208.