

비닐피복 땅콩 재배시 생육 및 수량에 미치는 국소시비 효과

양창휴* · 류철현 · 신복우 · 강승원¹

작물과학원 호남농업연구소, ¹작물과학원

Effect of Band Spotty Fertilization on the Yield and Growth of
Peanut(*Arachis hypogaea* L.) in Plastic Film Mulching Cultivation
Chang-Hyu Yang*, Chul-Hyun Yoo, Bok-woo Shin and Seung-Won Kang¹
Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea
¹*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea*

*Corresponding Author: Phone +82-63-840-2272 E-mail: yang1907@rda.go.kr

Effect of Band Spotty Fertilization on the Yield and Growth of Peanut(*Arachis hypogaea* L.) in Plastic Film Mulching Cultivation

This study was carried out to establish low-input fertilization and seeding technique using the simultaneous with seeding and fertilizer application machine and band spotty applicator which were manufactured for experiment during cultivation of mulching for peanut(*Arachis hypogaea* L.).

The labor hour for seeding by simultaneous with seeding and fertilizing machine was appeared over 90% reduction effect compared with control plot(17.3 hr 10a⁻¹). In band spotty fertilization plots, the emergence date was delayed about 4 days and the seedling stand rate was decreased 11~18% compared with control plot(man power).

The content of total nitrogen of soil after experiment was increased while the contents of organic matter, available phosphate and exchangeable potassium were decreased than before experiment. The content of nitrogen forming nitrate was increased in band spotty fertilization(BSF) plots by increasing the amount of applied fertilizer from early growth stage till the middle growth stage.

Growth rate was increased in band spotty fertilization plots and the absorbed amount of phosphate and potassium for peanut were increased in 70% band spotty fertilization plot compared with control plot.

Yield of peanut was increased 70% in band spotty fertilization plot due to high pod kernel ratio and ripened pod rate compared with control plot(3,150 kg ha⁻¹). It was found that 70% band spotty fertilization was more effective as fertilization method to reduce both environmental pollution and chemical nitrogen fertilizer in plastic film mulching cultivation of peanut.

Key Words: Peanut, Band spotty fertilization, Growth, Yield

서 언

시비는 작물재배에 있어서 천연공급으로 부족한 영양분을 비료로서 공급하는 것이며 과잉시비는 물이나 대기 등 환경에 불리한 영향을 미치므로 생산성을 조절하면서 토양상태, 작물 종류 등에 따른 적절한 시비를 행하는 것이 기본이 되며 특히 화학비료 절감을 꾀한 시비효율을 증대할 필요가 있다.

비료의 합리적 시용방법 및 기술은 적정수준의 수량을 유지하면서 비료성분의 이용율과 효율을 높이기 위한 수단이므로 토양, 작물 또는 기상조건 등에 따라 시비시기, 위치, 방법, 형태 등을 조절 변경함으로써 시비효과를 높여야 한다(Lim, 1982).

땅콩(*Arachis hypogaea* L.)은 유료작물로 생육기간이 150~170일, 적산온도가 2,850~3,600℃로 열대지역에 재배되는 작물로서 비교적 고온을 요구하는 작물로 40~50%의 지방산과 20~30%의 단백질 및 비타민을 함유하고 있으며 지방산 중에는 특히 불포화 지방산인 Oleic acid와 Linoleic acid의 함량이 높아 고 알칼리성 기호식품으로 국민 식생활 수준의 향상과 함께 기호식품과 가공식품의 원료로서 그 수요가 점차 증가하고 있다.

땅콩 재배기술 연구는 1970년에 들어서 땅콩 비닐피복 재배기술에 역점을 두었고 '81~'91년 농촌 노동력 부족이 가져온 농업기계화의 도입은 땅콩 재배기술에 맞는 규격화 비닐생산 및 땅콩 비닐피복재배 전용복합비료를 개발 생산함으로써 표준화 비닐 피복 재배를 실현하게 되었다. 땅콩의 비닐피복효과는 파종기를 앞당기고, 발아와 개화를 촉진함으로써 유효자방병 조기확대로 인한 등숙의 향상으로서 '80년에 전국 평균수량이 900 kg ha⁻¹에 불과한 것이 현재의 2,000 kg ha⁻¹ 수준으로 획기적인 수량증대를 가져와 비닐피복 재배기술이 농가에 확대 보급되었다.

시비에 의해 기인되는 환경오염을 경감시키기 위한 기본적 대책은 토양 중에 과잉의 비료성분이 잔류되지 않도록 토양진단에 의한 양분상태를 파악하고 질소, 인산 및 염기 성분의 축적이나 불균형을 방지하는 것이다. 더욱이 국소시용이나 완효성 비료의 시용에 의한 효율적인 시비체계를 연구하고 용수의 순환이용 등 새로운 기술을 도입하는 것도 바람직하다.

본 시험은 땅콩의 생력파종 및 시비기술을 확립하고자 시비와 동시에 파종을 할 수 있는 토중시비기를 개발하여 비닐피복 땅콩을 재배시 파종 생력정도 및 시비량 절감, 양분흡수량 향상, 생육 및 수량성에 대해 검토한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

사용한 시험기종은 시비깊이, 파종깊이 및 간격 등을 조절할 수 있는 장비를 갖춘 파종동시토중시비기로 제작되었으며, 본 재배시험은 1999~2000년까지 2개년에 걸쳐 전북 익산군 농가포장에서 수행하였다.

시험 전 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 토양 pH가 6.9로 높고 유효인산과 치환성 칼륨 함량이 많았으며 유기물, 치환성 칼슘 함량이 적은 사양토로서 비옥도가 대체로 낮았다. 신남광 땅콩을 4월 하순~5월 상순에 파종량 120 kg ha⁻¹, 재식거리 40×25 cm로 파종하였으며, 무시용구를 제외한 처리의 시비량은 토양검정 후 진단시비량 N-P₂O₅-K₂O=47-30-30 kg ha⁻¹를 전량기비로 시용하였다.

시험구 처리는 관행시비구를 대조구로 하여, 국소시비 100%, 70%, 50%구, 무시용구인 5처리를 두었고 흑색 비닐피복재배를 실시하였다. 국소시비는 질소, 인산 및 칼리를 감비 처리 하였으며 요소, 용성인비, 염화칼리를 시용하였다. 시비 및 파종 방법은 관행구는 로터리 전 인력으로 전량기비, 국소시비는 이미 보고된(Yang et al., 2006) 토중시비기를, 파종은 시험기종을 이용하였다.

Table 1. Physico-chemical properties of the soil before experiment.

pH	OM	Av. P ₂ O ₅	Ex. Cations			T-N	Soil texture
			K	Ca	Mg		
1:5	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹	-----	g kg ⁻¹	
6.9	13.4	570	1.12	5.7	1.4	0.80	SL

토양과 식물체 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2000)에 준하여 pH는 초자전극법, 총질소는 Kjeldahl 증류법, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온 Ca, Mg, K는 1N-NH₄OAc(pH 7.0)로 침출

시커 ICP(Varian Liverty 110)를 이용하였고 질산태질소는 미량확산분석법(CMSA, 1989)으로 분석하였다. 토성은 Sodium hexametaphosphate 용액에 의한 분산 후 hydrometer로 분석하였고 USDA법에 따라 분류하였다(ASI, 1973).

식물체 분석은 60°C에서 5일간 건조 후 분쇄한 시료를 H₂SO₄-H₂O₂로 습식분해하여 분해여액을 이용하여 질소는 Indophenol-blue법, 인산은 Vanadate법, 칼륨은 ICP(Varian Liverty 110)로 측정하였다.

땅콩의 성장속도는 단위기간내에 증가한 단위면적내 건물량 $dw(w^2-w^1)/dt(t^2-t^1)$ 로 산출하였으며 땅콩의 작업시간, 생육 및 수량은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준 (RDA, 2000)에 준하여 조사하였다.

결과 및 고찰

파종동시토중시비기 파종동시토중시비기는 Figure. 1과 같이 토중시비기를 변형 부착하여 파종간격(20~50 cm), 호퍼(원형, 3조식), 바퀴수(본체2, 보조2), 파종방식은 종자마모율을 감소시키는 기계식 또는 진공전자제어식으로 종자진압방식은 보조체인 부착 견인형 또는 기타방식을 이용하는 것으로 제작되었다. 또한 3열 파종, 2열 파종, 1열 시비, 3열시비 등으로 파종과 동시에 시비가 가능하였다.



Fig. 1. Seeding the same time band spotty applicator.

땅콩 파종방법별 생력정도는 Table 2와 같이 파종기에 의한 파종 소요시간은 13 hr ha⁻¹로 인력인 관행구 173 hr ha⁻¹에 비하여 90%이상 노력절감 효과가 있었다. 반면 관행구에 비하여 출현일수는 4일정도 지연되었으며 입모율은 소립종은 11%, 대

립종은 18%나 낮았다. 또한 땅콩 발아에 적당한 파종심도인 1~5cm는 61% 이었으나, 6~10cm이상은 24%, 10cm이상은 15%로서 출현일수 지연과 입모율이 낮은 것은 40%정도를 차지하였고, 종자의 복토비율은 복토가 35%, 미복토가 65%로 파종 후 복토가 요구되어 토양 표면이 고르게 평탄 작업이 요구되었다.

Table 2. Operating accuracy and seeding stand ratio with seeding method.

Seeding method	Work duration hr ha ⁻¹	Days for emergence	Seeding stand rate %
Man power	173(100)	12	96
Seeding machine	13(7.5)	16	78(large grain) 85(small grain)

농업기계화 연구소(NAMRI, 1992)에서는 트랙터 부착형 4조 점파기로 파종시 품종에 따라서 1립 파종율은 66.7~86.7%, 파종심도는 2~4 cm, 주간은 24.4~25.3 cm이었으며 작업성능은 25 hr ha⁻¹로 인력파종에 비하여 98~99%의 노력절감 효과가 있었다.

토양화학성 변화 및 토양 중 양분함량 시험 후 토양화학성의 변화는 Table 3과 같다. 국소시비 70%, 100%구 토양의 총질소 함량은 관행구에 비하여 증가되는 경향을 보였으나 유기물, 유효인산 및 치환성칼륨 함량은 오히려 감소되었다.

땅콩재배를 위한 적정토양조건인 배수는 양호한 사양토, 토양화학성은 pH 6.0~6.5, OM 20~30 g kg⁻¹, Av P₂O₅ 150~250 mg kg⁻¹, Exch K와 Ca은 각각 0.45~0.85, 6.0~7.0 cmol_c kg⁻¹(NIAST, 1999)과 비교할 때 시험포장의 유기물과 치환성칼슘 함량은 낮은 반면에 유효인산, 치환성칼륨 함량이 매우 높은 경향을 나타냈다.

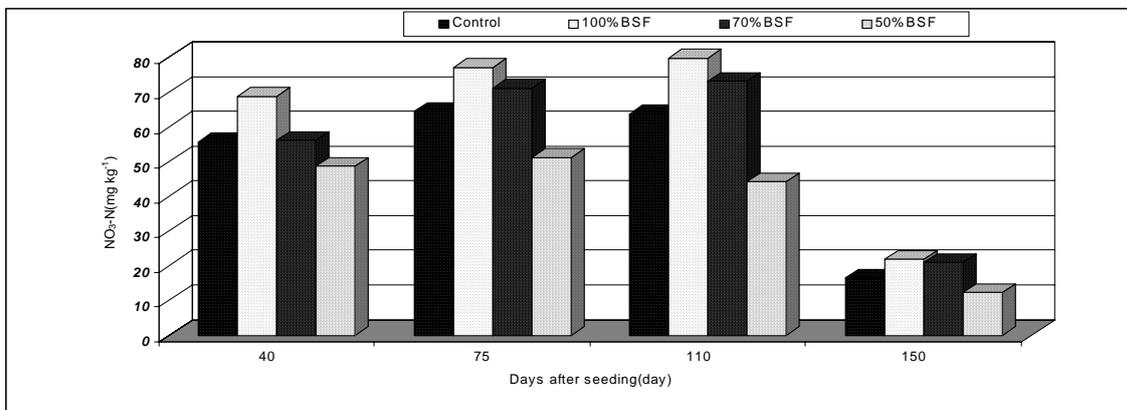
Mizno(1967)의 보고에 의하면 땅콩의 결실에는 Ca이 필수적으로 요구되며 부족하면 특히 대립종인 버지니아형에서 공협 발생률이 높게 된다. 또한 결협권의 Ca 부족은 협의 모든 대사기능을 교란시켜 종실의 발달 및 성숙이 저해되며 Ca는 생육이 왕성한 선단부에 이동하고 결실기관으로는 이동이 거의 없다고 하였다.

Table 3. Chemical properties of soil after experiment.

Treatments [†]	pH	OM	Av.P ₂ O ₅	Ex. cations			T-N
				K	Ca	Mg	
	1:5	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----cmol _c kg ⁻¹ -----			g kg ⁻¹
Control	6.8	13.3	503	1.00	5.6	1.5	0.115
100%BSF	6.8	13.5	513	1.02	5.6	1.4	0.135
70%BSF	6.8	13.2	493	0.99	5.6	1.5	0.120
50%BSF	6.8	13.3	500	0.97	5.6	1.4	0.090
Non fertilization	6.7	12.7	479	0.93	5.5	1.4	0.065

[†] Control : Conventional fertilization, BSF : Band spotty fertilization

시비방법별 토양 중 질산태 질소 함량의 변화는 Fig. 2와 같이 시비방법 공히 파종 후 110일에 최고 함량을 나타냈고, 관행시비구는 55.7 mg kg⁻¹에서 16.5 mg kg⁻¹로 국소시비 100%구는 68.7 mg kg⁻¹에서 21.8 mg kg⁻¹로 높게 발현되었으며 국소시비 100%구 > 국소시비 70%구 > 관행시비구 > 국소시비 50%구 순으로 높게 나타났다.



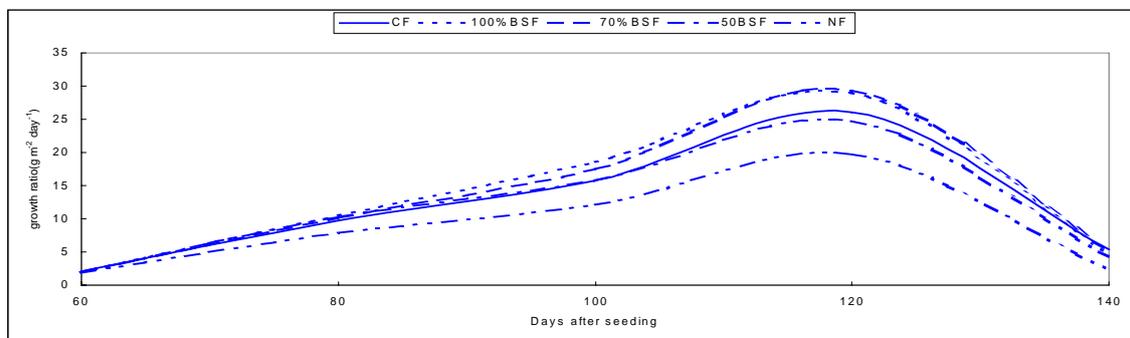
[†] Control : Conventional fertilization, BSF : Band spotty fertilization

Fig. 2. The change of NO₃-N content in soil during growing season on fertilization method.

한편 비닐하우스나 멀칭재배 등에서 토양이 피복되어 있는 경우 토양수분이 지표면으로 향하여 이동하는 비율이 높아 표층에 비료성분이 축적되어 재배 후 비닐을

제거하면 수분은 하층으로 향하여 이동하는 비율이 높아 축적된 비료성분은 하층으로 이동한다. 이 경우 질산이온의 이동은 황산, 염소이온이 토양에 축적되어 있는 경우보다 빠른 것으로 알려져 있다(Katou, 1994).

생육양상 작물의 수량을 높이기 위해서는 건물 생산능력을 증대시킴과 동시에 생산된 동화산물을 효율적으로 수확하여 식물체 내에 축적되게 하여야 하는데 작물의 건물생산은 엽면적과 태양에너지 이용효율에 의해 좌우 된다(Oujin et al., 1982). 일반적으로 개체군생장율(CGR)은 순동화율(NAR)과 엽면적지수(LAI)로서 그 척도를 삼고 있으며 이 두 요인간에는 부의 상관관계가 있으므로 LAI가 증가함에 따라 NAR이 직선적으로 감소하는 것은 널리 알려져 있다(Watson, 1952). 땅콩의 생육시기에 따른 CGR은 Fig. 3과 같으며 시비방법별 공히 파종 후 120일에 가장 많이 증가되었고 관행시비구와 국소시비 70%구에서 생육후기까지 증가폭이 크게 나타났다.



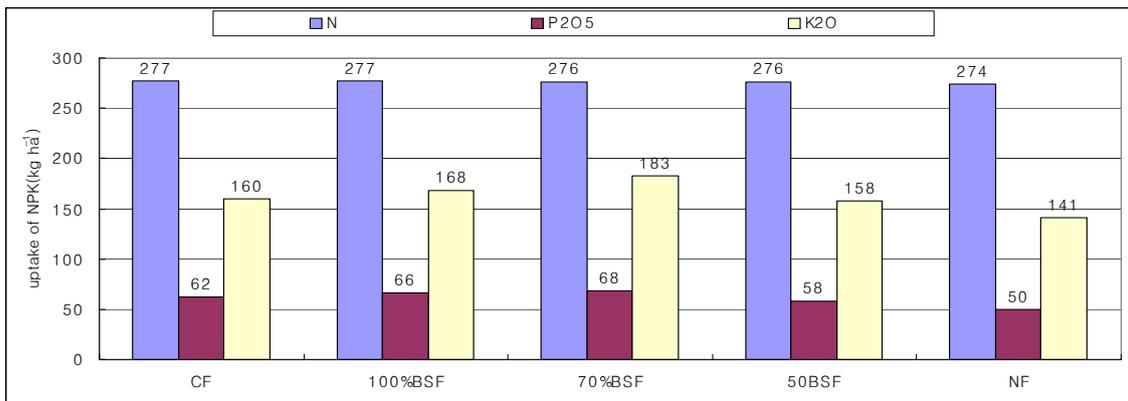
[†] CF : Conventional fertilization, BSF : Band spotty fertilization
 NF : Non fertilization

Fig. 3. The change of crop growth rate as the growing season in different fertilization method.

파종 후 120일에 국소시비 70%, 100%구의 개체군생장속도는 $29.4 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, $28.9 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 로 높았으며 콩(Kotori and Hukui, 1989), 고구마(Tzno and Hujise, 1963)보다 높은 편으로 재배양식별 건물생산속도의 추이를 살펴본 결과와(Lee et

al., 1985) 같은 양상을 나타냈다.

양분흡수량 및 수량성 땅콩은 비료분의 흡수량이 많은데, 특히 질소 비료의 흡수량이 가장 많고 다음이 칼리 비료 이다. 땅콩은 콩보다 4배정도의 칼리 비료를 요구하며 실제 흡수량은 콩보다 2.5배정도의 많은 양을 흡수하는 작물로 알려져 있다 (RDA, 2004). 땅콩은 두과작물이기 때문에 질소 비료는 다른 작물과 같이 많은 양을 주지 않아도 뿌리혹박테리아의 작용에 의하여 대부분의 질소는 자체에서 공급되고 있으나 인산과 칼리비료는 충분히 시용해야 한다. 시비방법별 땅콩의 경엽, 종실 및 깍지의 양분 흡수량은 Fig. 4와 같다. 땅콩의 양분흡수에 있어서 질소흡수량은 근류균에 의한 자체 고정량이 많아 시비방법 및 시비량별 큰 차이가 없었으나 인산 및 칼리흡수량은 국소시비 70%, 100%구에서 높은 경향을 나타냈다.



† CF : Conventional fertilization, BSF : Band spotty fertilization

NF : Non fertilization

Fig. 4. Differences of nutrient uptake amount by fertilization method.

한편 일본에서는 시금치에 대한 시비질소이용률이 높은 국소기계시비파종법을 개발하였는데 기계파종과 동시에 속효성비료를 파종선상에서 넓이 5 cm, 깊이 2.5~7.5 cm 2단 위치에 기계 시비하는 방법에 의하여 시비질소이용률을 관행(전면전층시비) 47%에서 68%로 높임으로 환경보전형 시비기술로서 시비작업의 생력화를 유도하였다(NARC, 1993).

시비방법 및 시비량별 땅콩 수량성은 Table 5와 같다. 국소시비 70%구에서 착협수가 360개로 관행구에 비하여 20개가 많고 협실비율 및 완숙립중 비율이 각각 66.0%, 94.0%로 높았으며, 종실중은 관행시비구 3,150 kg ha⁻¹에 비하여 3,280 kg ha⁻¹로 4% 증수되었다.

비닐피복은 땅콩 재배지 기상 적응성을 높일 수 있고 작물 생육을 조장하는 효과가 있어 다수확 기술임에는 틀림이 없으나 생산비절감 및 생력화에 어려움이 따르므로 노동생산성 면에서는 바람직하지 못하다. 따라서 국내 땅콩재배는 생육기간이 확보되는 남부에 주산단지를 조성하여 앞으로 비닐 무피복재배 방향으로 전환하고 기계화에 의한 재배의 생력화로 땅콩 국제경쟁력에 대응하는 전략이 필요하다. 파종동시토중시비를 사용하면 인력 파종에 비하여 90%이상의 노력절감효과가 있었으며, 토중시비를 사용하여 시비효과를 구명한바 시비 전량을 작물근접 토양 중에 시용함으로써 유실을 최소화 할 수 있어(Yang et al., 2006) 1회시용으로 비료이용률을 증진시킬 수 있으며 시비량을 50% 절감하여도 수량이 감소되지 않아 저 투입 생력재배가 가능하여 밭작물 재배농가의 경쟁력 강화 및 농가소득 향상에 노력할 것으로 기대된다.

Table 5. Yield and yield components in different fertilization method.

Treatments [†]	Pods	Pod grain ratio	Wt. Full maturity grain	Ripening pod ratio	100 seed weight	Seed yield	Yield index
	No/m ²	-----%	-----%		g	kg ha ⁻¹	
Control	340	64.5	93.0	73.0	115	3,150	100
100%BSF	340	65.0	92.0	74.5	114	3,140	100
70%BSF	360	66.0	94.0	75.0	115	3,280	104
50%BSF	330	64.0	93.0	73.5	115	3,110	99

[†] Control : Conventional fertilization, BSF : Band spotty fertilization

적 요

비닐피복작물 재배시 시비효율 증대 및 생력시비기술 확립을 위하여 파종과 동시

에 시비가 가능한 토중시비기를 개발하였고 개발된 파종기와 시비기를 이용하여 1999년부터 2000년까지 시비간격 30 cm, 시비깊이 15 cm, 파종간격 25 cm로 배수가 양호한 사양토에서 땅콩을 재배한 후 작업정도, 토양화학성, 양분흡수량 및 수량성에 미치는 영향을 평가하였다.

땅콩의 파종 소요시간은 인력(173 hr ha^{-1})에 비하여 90%이상 노력절감 효과가 있었으나 출현일수는 4일정도 지연되었으며 입모율은 관행구에 비하여 11~18% 낮았다.

시험 전 토양에 비하여 시험 후 토양의 총질소 함량은 증가한 반면에 유기물, 유효인산 및 치환성 칼륨 함량은 감소되었으며 토양의 질산태질소 함량은 생육초기에서 중기까지 국소시비구에서 시비량이 많을수록 증가하였다.

땅콩의 질소흡수량은 근류균에 의한 자체 고정량이 많아 시비방법 및 시비량별 큰 차이가 없었으나 인산 및 칼리흡수량은 국소시비 70%, 100%구에서 높은 경향을 나타냈다. 땅콩의 성장속도는 시비방법별 공히 파종 후 120일에 가장 많이 증가되었고 관행시비구와 국소시비 70%구에서 생육후기까지 증가폭이 크게 나타났으며 국소시비 70%구는 협수가 많고 협실비율 및 완숙립중 비율이 높아 종실중이 관행시비구 $3,150 \text{ kg ha}^{-1}$ 에 비하여 4% 증수되었다.

인용문헌

- ASI. 1973. Agronomical survey manual(II) p.3-28. Agricultural Sciences Institute, Suwon, Korea.
- CMSA(Committee of method measurement and soil standard analysis). 1989. A method of measurement for soil standard analysis. p.110-114. Hakuyusa. Japan.
- Katou, E.K. 1994. Application of fertilization management and theory of movement phenomenon on solute in muck soil. Symposium data on agricultural of environmental preservation type(Prospect of technique and controversial point on nutrient cycle of agriculture in subtropics land). 32-51.
- Kotori, B.O., and O.R. Hukui. 1966. Study on locus production of soybean(III). Characteristic of dry matter production. Japan J. Crop. Sci. 34:448-452.

- Lee, J. I., Y.H. Park, and Y.K. Park. 1985. Studies on the Ecological Characteristics for the Plant Types in the Peanut(*Arachis hypogaea* L.) III. The Differences in Dry Matter Production and Distribution Ratio of Dry Matter Produced among Plant Types. Kor. J. Crop. Sci. 30:63-68.
- Lim, S.U. 1982. Rationalization of fertilizing and development of fertilizer. Korean J. Soil Sci. Fert. 15:49-60.
- Mizno, S. 1961. Effect of calcium deficiency in rhizosphere on ingredient, fluiting and growth of peanut(*Arachis hypogaea* L.). Japan J. Crop. Sci. 29:51-55.
- NAMRI. 1992. The research reports of National Agricultural Mechanization Research Institute, Suwon, Korea.
- NARC. 1993. Mechanization of seeding at the same time spotty fertilization tasks in rapid action fertilizer on spinach. Kantoh & Tokai Agricultural Research Report. Japan.
- NIAST. 1999. Fertilizer recommendation in standard levels on crop plants. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.
- NIAST. 2000. Methods of soil and crop plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.
- Oujin, K., T.T.R., Takeda, H. Agatawa and H. Hakoyama, 1982. Study on matter production of loculus production in paddy rice.(I)Effect on dry matter production after heading and stored carbohydrate at heading stage in loculus production. Japan J. Crop. Sci. 51:500-509.
- RDA. 2000. Investigation and standard for agricultural experiment. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- RDA. 2004. Growth environment on peanut. Agricultural Science & Technology Collection. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Tzno, K.H., and H.M. Hujise. 1963. Study on dry matter production of potato (II). Dry matter production structure of community. Japan J. Crop. Sci. 31:258-288.
- Watson, D. J. 1952. The physiological basis of variation in yield. Advance

in *Agronomy* 4:101-145.

Yang, C.H., C.H. Yoo, B.W. Shin and S.W. Kang. 2006. Effect of Band Spotty Fertilization for Reduction of Nitrogen Fertilizer on Chinese Cabbage(*Brassia campestris* L.) in Plastic Film Mulching Cultivation. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 39:95-101.