

## 고랭지 주요 채소작물의 무기성분 흡수 특성

이정태\* · 이계준 · 류종수 · 장용선<sup>1</sup> · 황선웅<sup>2</sup> · 박철수<sup>3</sup>

국립식량과학원 고랭지농업연구센터, <sup>1</sup>국립농업과학원 농업환경부, <sup>2</sup>국립식량과학원 벼맥류부,  
<sup>3</sup>한국인삼공사 R&D 본부 연구원

## Inorganic Nutrient Uptake Pattern of Vegetable Crops in Highland

Jeong-Tae Lee\*, Gye-Jun Lee, Jong-Soo Ryu, Yong-Seon Zhang<sup>1</sup>,  
Seon-Woong Hwang<sup>2</sup>, and Chol-Soo Park<sup>3</sup>

Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, RDA, Pyeongchang 232-955, Korea

<sup>1</sup>Department of Agricultural Environment, National Academy of Agriculture Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>2</sup>Department of Rice and Winter Cereal Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Iksan 570-080, Korea

<sup>3</sup>Natural Resources Research Institute, Korea Ginseng Co., Daejeon 305-805, Korea

Plant samples from 49 sites for Chinese cabbage, 28 sites for radish, 16 sites for cabbage, 8 sites for head lettuce, 20 sites for onion from farmers' and experimental fields in highland of Korea were collected and analyzed to find out the uptake patterns of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) by altitude. Dry weight and uptake of N, P and K were increased at higher altitude in most vegetable crops. Nutrition uptake by Chinese cabbage was 163 ~ 283 kg ha<sup>-1</sup> for N, 42 ~ 69 kg ha<sup>-1</sup> for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 146 ~ 270 kg ha<sup>-1</sup> for K<sub>2</sub>O according to altitude. Nutrient uptake by radish according to altitude was 153~159 kg ha<sup>-1</sup> for N, 38 ~ 46 kg ha<sup>-1</sup> for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 151 ~ 185 kg ha<sup>-1</sup> for K<sub>2</sub>O. In case of cabbage, the plant uptakes of N, P, and K were increased at altitudes of 600 ~ 1,000 m. Nutrient uptake of cabbage was 280 ~ 348 kg ha<sup>-1</sup> for N, 34 ~ 87 kg ha<sup>-1</sup> for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 209 ~ 290 kg ha<sup>-1</sup> for K<sub>2</sub>O according to altitude. Uptakes of N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O by head lettuce at an altitude of 800 ~ 850 m were 93-26-126 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. Uptakes of N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O by onions at an altitude of 600 ~ 800 m were 313-140-234 kg ha<sup>-1</sup>, respectively, but there was no tendency in nutrition uptake patterns by altitude. Small cultivation areas used for leaf vegetable crops do not have fertilizer recommendation standards in alpine regions. It might be preferable to use a correction factor equivalent to the index of available nutrient uptake for the determination of N, P and K fertilizer application rates.

**Key words:** Altitude, Highland, Inorganic nutrient uptake, Vegetable crops

## 서 언

고랭지 주요작물의 농가관행 시비량은 권장하고 있는 표준시비량에 비하여 질소의 경우 1.0~2.0배, 인산의 경우 4.2~8.3배, 칼리의 경우 1.1~4.2배로 시비량의 편차가 매우 큰 것으로 조사되었다 (Lee et al., 2002). 이와 같은 화학비료의 과다 사용은 수계에 유입되어 심각한 환경문제를 야기시킬 수 있다 (Cho et al., 1999; Park et al., 2002). 특히 고랭지는 여름철 집중강우시기에 작물이 재배되기 때문에 높은 경사도로 인한 토양 유실의 수계 유입으로 환경에 부정적인 영향을 야기한다.

현재, 작물별 시비기준은 표준시비기준과 토양검정시비기준 두 가지가 있다 (NIAST, 2006). 전자는 농경지 대표토양에 대해 적정 시비량 시험 또는 작물의 양분요구도에 따라 설정 되었으며, 후자는 필지별 토양화학성분 분석에 의해 결정되는 것으로 보다 과학적이고 각 필지별 토양특성을 고려한 것이라 할 수 있다. 미국의 경우 목표 수량에 따라 양분의 공급량을 조절하고 있지만 (Hanson and Brown, 1977), 우리나라 채소작물의 경우 아직 수량수준과 토양양분 함량을 기초로 한 방법이 시도되고 있을 뿐 실용화 단계에 이르지 못하고 있다. 작물별 시비기준은 여러 가지 요인에 따라 달라져야 하는데 작물, 토양, 경제성 그리고 기상환경 요인 등을 들 수 있다. 이러한 여러 가지 요인을 고려해 볼 때 고랭지지역의 시비추천 상 가장 큰 문제점중 하나는 저온조건을 요구하는 채

접수 : 2010. 8. 31 수리 : 2010. 10. 18

\*연락처 : Phone: +823333301920

E-mail: leejt@korea.kr

소작물을 여름철에 재배할 때 시비반응이 기상환경의 영향을 상대적으로 많이 받는다는 것이다. 특히 작물이 재배되는 농경지가 대부분 경사지이고 재배되는 지대가 표고별로 차이가 많아 기상환경의 차이에 따른 시비반응의 변이가 평년지 보다 더 심하다고 할 수 있다 (Lee et al., 2009a; Lee et al., 2009b). 이에 반해 고랭지 주요 채소작물 재배농가는 표고별, 작물 생육시기별 양분 요구도를 감안하지 않고 수량증가 및 출하기 촉진을 위하여 다량의 화학비료를 매년 또는 작기마다 관행시비를 반복하고 있어 이에 대한 개선이 절실한 실정이다 (Lee et al., 2006).

본 연구는 고랭지 주요작물에 대한 표고별, 생육시기별 양분흡수량을 조사하여 적정 시비관리기준을 확립을 위한 기초 자료로 제공하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

양분흡수 특성 조사를 위한 시료 채취 지역은 고랭지 주요 채소작물 재배지인 평창, 정선, 강릉 지역에서 실시하였다. 농가포장 및 시험재배 포장을 중심으로 배추 49지점, 무 28지점, 양배추 16지점, 결구상추 8지점, 양파 20지점, 기타 대파, 적채 등 11지점의 식물체 시료를 작물 당 3~5지점 이상이 되게 채취하였다. 생육시기별로 흡수량을 조사하기 위하여 GPS (Magellan, GPS Pioneer)로 각 지점을 설정한 후 파종과 정식한 일자를 기준으로 생육시기별로 조사하였는데, 표고를 감안하여 조사지점이 균일하게 분포되도록 하였다. 표고는 가능한 준고랭지와 고랭지가 포함되도록 하였다. 배추는 400 m 이하, 400~600 m, 600~800 m, 800 m 이상으로 구분하였으며, 무와 양파는 400~600 m, 600~800 m, 양배추는 400~600 m, 600~1,000 m, 결구상추는 650~800 m, 800~850 m로 구분하여 조사하였다. 작물의 파종 또는 정식일을 기준으로 경과일수별로 양분함량, 흡수량 및 수량조사를 하기 위하여 현지에서 지역별로 표고, 재식거리 (평당 주수), 주당 수량 등을 조사하였다. 생체중은 현장에서 생육단계별로 채취한 즉시 측정하였으며, 건물중은

70℃의 열풍 건조기에서 24시간 건조 후 측정하였다. 농업과학기술원 (NIAST, 2000) 식물체 표준법에 따라서 무기성분을 분석하였는데, 시료 분쇄 후 산 분해액 (HClO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 10 : 1)으로 습식 분해하여 질소는 Kjeldahl 법, 인산은 Vanadate법, 칼리는 원자흡광분광분석법으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

**배추의 무기성분 흡수 특성** Table 1은 고랭지배추의 생육시기별 생체량 및 건물량 변화를 표고별로 본 것이다. 배추의 생체량과 건물중은 정식 후 30일까지는 표고가 낮은 지대에서 높은 경향이었으나, 이후 생육속도가 진전되면서 정식 후 45일에는 일정한 경향 없이 ha당 생체량 기준 41,040~66,930 kg, 건물량 기준 2,335~2,802 kg 수준을 보였다. 그리고 수확기 생육량은 표고가 높은 지대에서 높아지는 경향으로 ha당 생체량 기준 68,110~102,860 kg, 건물량 기준 3,277~5,929 kg 수준을 보였다. 특히 표고 800 m 이상인 지대는 800 m 이하의 지대에 비하여 생체중인 수량은 24~34%, 건물중은 18~45%내외 높은 경향으로, 이는 지대별 경종방법, 재배환경 등 여러 요인의 복합적인 작용에 의한 것으로 판단된다. 배추는 저온성 작물로 온도가 높은 여름철에는 재배하기 어려우며, 특히 정식 후 30일 결구가 시작되는 시점 이후는 18℃ 내외의 온도조건이 필요하다. 6월 중순경에 정식하여 8월 하순경에 수확하는 즉 7월 중하순경에 결구를 하는 여름배추를 재배할 때는 생육온도를 감안할 때 표고가 높은 지역에서 재배함이 유리하다고 하였다 (Hwang et al., 2003). 한편 표고가 낮은 지역에서는 고온에 의한 각종 생리장해는 물론 과다한 비료 사용에 의한 가스피해 및 병해충의 다발위험성이 매우 크다고 보고하였다 (Hwang et al., 2000; Yang et al., 2001). 지역적으로 고랭지의 기후특성 중 가장 중요한 것은 기온인데 표고가 약 100 m 높아짐에 따라 1℃ 정도 내려간다고 하며 위도상 1°를 북상함에 따라 약 0.7℃가 내

Table 1. Yield and dry weight of Chinese cabbage on different altitude.

Character-istics	Unit	Altitude (m)	Days after planting			
			15	30	45	Harvest
Fresh weight	kg ha <sup>-1</sup>	< 400	1,471	20,720	66,930	68,410
		400~600	1,400	24,730	52,520	68,110
		600~800	1,151	15,350	41,040	78,160
		800 <	2,050	13,600	57,320	102,860
Dry weight	kg ha <sup>-1</sup>	< 400	57	1,446	2,519	3,277
		400~600	116	1,570	2,335	3,933
		600~800	95	933	2,583	4,846
		800 <	169	1,251	2,802	5,929

Table 2. Content and uptake of inorganic nutrition in of Chinese cabbage leaf on different altitude.

Character-istics	Unit	Elements	Altitude (m)	Days after planting			
				15	30	45	Harvest
Content	%	N	< 400	5.03	5.19	5.22	4.96
			400~600	5.78	4.99	5.62	5.24
			600~800	4.92	5.65	5.08	4.87
			800 <	5.25	4.24	4.96	4.77
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 400	0.50	0.97	1.85	1.28
			400~600	0.73	1.80	1.80	1.40
			600~800	0.77	2.70	1.68	1.25
			800 <	1.38	2.28	2.07	1.20
		K <sub>2</sub> O	< 400	2.07	3.60	3.77	4.44
			400~600	3.85	3.71	3.75	4.12
			600~800	0.78	3.96	3.76	4.65
			800 <	3.21	3.83	3.81	4.55
Uptake	kg ha <sup>-1</sup>	N	< 400	3	75	132	163
			400~600	7	78	131	258
			600~800	5	53	131	236
			800 <	9	53	139	283
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 400	1	14	47	42
			400~600	1	28	42	69
			600~800	1	25	43	61
			800 <	2	29	58	71
		K <sub>2</sub> O	< 400	1	52	95	146
			400~600	4	58	88	203
			600~800	4	37	97	225
			800 <	5	48	107	270

려간다는 보고 (RDA, 2000)를 감안해서 볼 때 여름배추는 저온으로 유지되는 고랭지의 기상환경 조건에서 수량 및 건물중을 높일 수 있다는 사실을 본 조사결과가 뒷받침해 주고 있다.

표고별 생육시기에 따른 배추 경영중 무기성분의 함량 및 흡수량은 Table 2와 같다. 결구가 시작되는 정식 후 30일 무기성분의 흡수량은 ha당 질소 53~78 kg, 인산 14~29 kg, 칼리 37~58 kg 수준을 보였다. 수확기의 무기성분 흡수량은 표고가 높아질수록 증가하는 경향으로 ha당 질소 163~283 kg, 인산 42~69 kg, 칼리 146~270 kg 수준을 보였다. 이 등에 의하면 강원도를 중심으로 한 고랭지 배추 재배 농가 82개소의 평균 관행 시비량은 ha 기준 질소 365 kg, 인산 236 kg, 칼리 281 kg 수준인 것으로 보고되고 있다 (Lee et al., 2006). 위의 결과로 보면 수확기 양분흡수량에서 농가 관행시비량 기준으로 손실되는 무기성분량이 ha당 질소는 82~202 kg, 인산은 167~194 kg, 칼리는 11~135 kg 수준으로 편차가 매우 큼을 알 수 있다. 고랭지 배추 재배지역은 대부분 경사 밭으로, 여름철 비가 많이 오는 시기에 재배된다. 흡수되지 못한 무기성분은 농경지 밖으로 유실될 위험이 매우 높는데, 특히 인산의 경우 고랭지역 토양조사 결과에 의하면 필요 이상의 성분량이 토양에 축적된 것

으로 보고되고 있다 (Lee et al., 2006). 토양과 함께 무기성분의 농경지 밖으로의 유출은 고랭지 농경지가 상류수계 지역에 인접하여 영농을 함을 감안하면 심각한 환경문제를 야기 시킬 위험이 높다. 따라서 본 조사결과를 기준으로 표고별로 양분흡수량을 고려하여 배추의 생육시기에 따라 시비량을 조절하면 시비의 효율을 높이면서, 환경적인 위험도 많이 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

**무의 무기성분 흡수 특성** Table 3은 고랭지 무에 대한 생육시기별 지상부, 지하부의 생체량과 건물량을 표고별로 나타낸 것이다. 파종 후 30일까지는 근의 형성이 완전하지 않은 관계로 전체 생체량을 기준으로 조사하였는데, 표고 400~600 m인 준고랭지가 표고 600~800 m인 고랭지보다 근소한 차이로 많은 경향을 보였다. 그러나 이후 생육이 진전되면서 결과적으로 표고 600~800 m인 지대에서 증가되는 경향을 보였는데, 정식 후 45일 생육량 조사결과 ha당 생체량 기준 17,310~20,160 kg, 건물량 기준 1,108~1,356 kg 수준을 보였다. 수확기 생육량은 표고 600~800 m에서 400~600 m 보다 현저히 높은 경향으로, 특히 수량의 구성부분이 되는 지하부의 생체량이 81% 높은 것으로 조사되었다. 이는 무의 생육조건이 배추와 동일한 특성에 기인한 것으로 판단되는데, 전체

Table 3. Yield and dry weight of radish on different altitude.

Character-istics	Unit	Part of plant	Altitude (m)	Days after sowing			
				15	30	45	Harvest
Fresh weight	kg ha <sup>-1</sup>	Leaf	400~600	114	2,280	7,780	18,920
			600~800	100	2,189	9,390	19,620
		Root	400~600	-	-	9,530	36,470
			600~800	-	-	10,770	66,230
		Total	400~600	114	2,280	17,310	55,390
			600~800	100	2,189	20,160	85,850
Dry weight	kg ha <sup>-1</sup>	Leaf	400~600	9	171	584	1,527
			600~800	8	170	742	1,600
		Root	400~600	-	-	524	1,667
			600~800	-	-	614	2,442
		Total	400~600	9	171	1,108	3,194
			600~800	8	170	1,356	3,814

Table 4. Content and uptake of inorganic nutrition in radish plant on different altitude.

Character-istics	Unit	Elements	Part of plant	Altitude (m)	Days after sowing				
					15	30	45	Harvest	
Content	%	N	Leaf	400~600	6.27	6.13	4.42	5.85	
				600~800	5.01	5.63	5.09	4.79	
			Root	400~600	-	-	2.39	3.84	
				600~800	-	-	2.60	3.35	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Leaf	400~600	1.22	1.49	0.93	1.17
					600~800	0.87	1.27	1.12	1.03
		Root	400~600	-	-	0.93	1.20		
			600~800	-	-	0.97	1.23		
		K <sub>2</sub> O	Leaf	400~600	5.11	4.96	3.92	4.81	
				600~800	3.78	4.93	3.27	4.26	
			Root	400~600	-	-	3.52	4.67	
				600~800	-	-	3.47	4.80	
Uptake	kg ha <sup>-1</sup>		N	Leaf	400~600	1	10	26	89
					600~800	1	10	38	77
		Root		400~600	-	-	13	64	
				600~800	-	-	16	82	
		Total		400~600	1	10	49	153	
				600~800	1	10	54	159	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Leaf	400~600	1	3	5	18	
				600~800	1	2	8	16	
			Root	400~600	-	-	5	2	
				600~800	-	-	6	3	
			Total	400~600	1	3	10	38	
				600~800	1	2	14	46	
K <sub>2</sub> O	Leaf	400~600	1	8	23	73			
		600~800	1	8	24	68			
	Root	400~600	-	-	18	78			
		600~800	-	-	21	117			
	Total	400~600	1	8	41	151			
		600~800	1	8	45	185			

생육량은 ha당 생체량 기준 55,390~66,230 kg, 건물량 기준 3,194~3,814 kg인 것으로 조사되었다.

표고별 생육시기에 따른 무의 경엽중 무기성분의 함량 및 흡수량은 Table 4와 같다. 식물체중 무기성분의 함량과 흡수량에서 우선 질소함량을 보면 표고가 낮은

400~600 m가 표고가 높은 600~800 m 보다 높은 함량으로 유지했지만 칼리의 함량은 오히려 상반되는 경향으로서 표고가 높은 600~800 m 에서 표고가 낮은 400~600 m보다 높은 결과를 보였다. 다만 인산함량은 표고 간에 뚜렷한 차이가 없는 경향이였다.

지상부의 잎과 지하부의 뿌리를 합한 무기성분의 흡수량에서 볼 때 생육초기는 표고 간에 뚜렷한 차이가 없는 경향으로, 큰 비대가 시작되는 파종 후 30일 흡수량은 ha당 질소 10 kg, 인산 2~3 kg, 칼리 8 kg으로 미미한 수준을 보였다. 파종 후 45일에서 수확기에는 질소, 인산 및 칼리 흡수량 모두 표고가 높은 지대에서 증가한 결과로 나타났는데, 수확기 무기성분 흡수량은 ha당 질소 153~159 kg, 인산 38~46 kg, 칼리 151~185 kg 수준을 보였다. 이 등에 의하면 강원도를 중심으로 한 고랭지 무 재배 농가 31개소의 평균 관행 시비량은 ha 기준 질소 304 kg, 인산 203 kg, 칼리 202 kg 수준인 것으로 보고되고 있다 (Lee et al., 2006). 위의 결과로 보면 수확기 양분흡수량에서 농가 관행시비량 기준으로 손실되는 무기성분량이 ha당 질소는 145~151 kg, 인산은 157~165 kg, 칼리는 17~51 kg 수준으로, 특히 인산의 경우 필요 이상 많은 량의 비료를 사용하는 것으로 판단된다.

**양배추 및 결구상추의 무기성분 흡수 특성** Table 5, 6은 양배추의 생육시기에 따라 생육량 및 무기성분 흡수량을 표고별로 나타낸 것이다. 수량과 건물중 모두 표고 600~1,000 m 지역이 표고 400~600 m 지역에서보다 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 질소, 인산 및 칼리의 흡수량 증가와 일치하고 있다. 수확기에서 무기양분의 흡

수량은 표고 400~600 m 지대에서 ha당 수량 119,770 kg 기준 질소 280 kg, 인산 34 kg, 칼리 209 kg이었다. 그리고 표고 600~1,000 m에서는 ha당 수량 135,000 kg 기준 질소 348 kg, 인산 87 kg, 칼리 290 kg가 흡수되었다. 일정한 수준의 수량을 목표로 할 때 수확기의 흡수량은 표고가 높은 지역이 더욱 흡수를 조장하는데 이는 양배추의 생육적온은 15~20℃이고, 25℃ 이상의 고온에서는 생육이 지연될 뿐만 아니라, 병해충에 대한 저항력도 감소된다는 사실과도 부합되고 있다 (RDA, 2000). 일본에서 양배추 재배포장 21개소를 대상으로 조사한 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O의 평균 흡수량을 보면 ha당 수량 47,500 kg 생산에 195-56-234 kg으로서 본 조사결과의 흡수량보다 질소, 인산 및 칼리 모두 낮았는데 이는 수량이 매우 적었기 때문으로 생각 된다 (Tanaka et al., 1977).

Table 7, 8은 결구상추의 생육시기에 따라 생육량 및 무기성분 흡수량을 표고별로 나타낸 것이다. 수량과 건물중 모두 표고 800~850 m 지역이 표고 650~800 m 지역에서보다 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 질소, 인산 및 칼리의 흡수량 증가와 일치하고 있었다. 수확기에서 무기양분의 흡수량은 표고 650~800 m 지대에서 ha당 수량 60,580 kg 기준 질소 66 kg, 인산 21 kg, 칼리 117 kg이었다. 그리고 표고 800~850 m에서는 ha당 수량 87,450 kg 기준 질소 93 kg, 인산 26 kg, 칼리 126 kg가 흡수되었다. 일본에서의 연구결과 (Tanaka et al., 1977)에 의하

**Table 5. Yield and dry weight of cabbage on different altitude.**

Characteristics	Unit	Altitude (m)	Days after planting		
			40	50	Harvest
Fresh weight	kg ha <sup>-1</sup>	400~600	14,820	64,870	119,770
		600~1,000	18,820	81,440	135,000
Dry weight	kg ha <sup>-1</sup>	400~600	2,420	4,900	8,580
		600~1,000	2,810	6,810	11,800

**Table 6. Content and uptake of inorganic nutrition in cabbage leaf on different altitude.**

Characteristics	Unit	Elements	Altitude (m)	Days after planting		
				40	50	Harvest
Content	%	N	400~600	2.67	4.72	3.26
			600~1,000	5.10	4.24	2.95
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400~600	0.56	0.66	0.40
			600~1,000	0.69	0.60	0.74
		K <sub>2</sub> O	400~600	2.43	2.92	2.44
			600~1,000	2.59	2.60	2.46
Uptake	kg ha <sup>-1</sup>	N	400~600	65	231	280
			600~1,000	143	289	348
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400~600	13	32	34
			600~1,000	19	41	87
		K <sub>2</sub> O	400~600	59	143	209
			600~1,000	73	177	290

Table 7. Yield and dry weight of head lettuce on different altitude.

Characteristics	Unit	Altitude (m)	Days after planting		
			20	40	Harvest
Fresh weight	kg ha <sup>-1</sup>	650~800	2,880	39,080	60,580
		800~850	3,880	52,170	87,540
Dry weight	kg ha <sup>-1</sup>	650~800	220	2,042	2,582
		800~850	200	1,703	2,730

Table 8. Content and uptake of inorganic nutrition in of head lettuce leaf on different altitude.

Character-istics	Unit	Elements	Altitude (m)	Days after planting		
				20	40	Harvest
Content	%	N	650~800	8.90	4.11	2.54
			800~850	8.46	3.63	3.40
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	650~800	1.03	0.88	0.82
			800~850	0.84	1.12	0.96
		K <sub>2</sub> O	650~800	3.17	4.69	4.55
			800~850	3.04	4.76	4.61
Uptake	kg ha <sup>-1</sup>	N	650~800	20	84	66
			800~850	17	62	93
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	650~800	2	18	21
			800~850	2	19	26
		K <sub>2</sub> O	650~800	7	96	117
			800~850	6	81	126

Table 9. Yield and dry weight of onion on different altitude.

Characteristics	Unit	Altitude (m)	Days after planting		
			30	60	Harvest
Yield (Fresh weight)	kg ha <sup>-1</sup>	400~600	5,520	80,250	11,605
		600~800	-	67,050	11,336
Dry weight	kg ha <sup>-1</sup>	400~600	417	4,895	1,856
		600~800	-	6,600	2,143

면 ha 당 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 흡수량은 수량 37,900kg 생산에 91-34-149 kg이므로 본 조사결과의 표고별 흡수량과 비교해 볼 수가 있었다.

**양파의 무기성분 흡수 특성** Table 9는 표고별 양파의 수량과 건물중을 본 것이다. 수확기 지하부의 구중으로 나타낸 수량은 400~600 m와 600~800 m의 표고 간에 큰 차이는 없으나 건물중은 표고 600~800 m는 표고 400~600 m에 비하여 건물중의 상승에 기인되어 상당히 증가하였다. 고랭지 양파는 여름철 고온기에 고랭지의 낮은 온도를 이용하여 재배하는 작형이므로 표고가 높은 것이 생육이 양호하여 수량의 증가가 현저하다고 하였다 (RDA, 2000).

한편 표고별 양파에 대한 경엽중 무기성분의 함량과 및 흡수량을 보면 Table 10과 같다. 식물체의 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 함량은 표고별로 차이를 보여 표고 400~600 m인 경우

1.21-0.73-1.35%, 표고 600~800 m일 때는 1.46-0.65-1.09%로서 질소는 표고가 높은데서, 인산과 칼리는 표고가 낮은데서 높은 함량을 나타내었다. 이러한 결과는 금후 작물양분의 요구도와 관련해서 더욱 검토되어야 할 과제라고 생각된다. ha당 수확기 지상부와 지하부(구)를 합한 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 흡수량은 표고 400~600 m에서는 구 수량 63,800 kg 수준으로 226-136-252 kg, 표고 600~800 m에서는 구 수량 62,400 kg 수준으로 313-140-234 kg 흡수량을 보였다. 일본에서 양파 23개 포장에서 수행한 보고 (Tanaka et al., 1977)를 보면 ha당 양파수량 46.5톤 생산에 N 90 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 36 kg, K<sub>2</sub>O 119 kg 이었으며, 이러한 결과를 수량이 현저히 많았던 본 연구결과와 비교해서 볼 때 여름 재배한 본 연구에서의 3요소 성분 흡수량이 더 높은 결과이었다.

Table 10. Content and uptake of inorganic nutrition in onion plant on different altitude.

Character-istics	Unit	Elements	Altitude (m)	Days after planting		
				30	60	Harvest
Content	%	N	400~600	2.55	4.52	1.21
			600~800	-	2.42	1.46
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400~600	0.84	1.77	0.73
			600~800	-	0.28	0.65
		K <sub>2</sub> O	400~600	2.56	2.38	1.35
			600~800	-	1.57	1.09
Uptake	kg ha <sup>-1</sup>	N	400~600	11	221	226
			600~800	-	160	313
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400~600	4	87	136
			600~800	-	68	140
		K <sub>2</sub> O	400~600	11	117	252
			600~800	-	104	234

Table 11. Yield and dry weight of vegetables of small cultivation areas on different altitude.

Crops	Altitude	Yield (Fresh weight)	Dry weight	DW/FW
Welsh onion	633	66,830	11,254	18.4
Celery	730	54,400	7,679	14.1
Broccoli	560	67,670	8,457	12.5
Red cabbage	566	89,078	9,193	10.5

Table 12. Content and uptake of inorganic nutrition in vegetable leaf of small cultivation areas on different altitude.

Crops	Content			Uptake		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	----	---%---	----	-----	--kg ha <sup>-1</sup> --	-----
Welsh onion	2.93	0.62	1.87	328(1.02)*	71(1.11)	210(0.88)
Celery	2.14	0.42	2.58	164(0.51)	32(0.50)	198(0.83)
Broccoli	4.27	1.02	2.45	361(1.12)	86(1.34)	207(0.87)
Red cabbage	3.66	0.67	2.55	323(0.92)	64(0.89)	238(1.01)

**소면적 채소작물의 무기성분 흡수 특성** 고랭지에서 많은 면적을 차지하고 있지는 않으나 지역적으로 주산단지를 형성하고 있는 소면적 작물인 대파, 셀러리, 브로콜리, 적채에 대한 시비기준을 확대 설정하기 위하여 일부 엽채류에 대하여 수량과 수확기 식물체를 분석하였다. 먼저 대파, 셀러리 등의 수량과 건물중을 Table 11에 제시하였다. 현재 토양검정에 의한 시비기준이 설정되어 있는 양배추와 함께 보면 지상부의 생체중은 양배추 > 적채 > 대파 > 브로콜리 > 셀러리 순으로 양배추가 가장 많았던 반면에, 셀러리가 가장 적었다. 건물중은 대파 > 양배추 > 적채 > 브로콜리 > 셀러리 순으로 건물중의 증가에 기인되어 대파에서 가장 높았다.

소면적 채소 작물별로 지상부 경엽의 질소, 인산 및 칼리의 함량과 흡수량을 보면 Table 12와 같다. 분석점수가 많지를 않지만 작물 간에 차이는 큰 편이며, 특히

흡수량에 있어서는 양배추 재배지의 토양검정에 의한 시비추천식 (NIAST, 2006)에 흡수량 보정계수를 적용함으로써 소면적 작물에 대한 시비추천을 확대할 수 있지만 소면적에서 재배되는 채소 4작물에 대한 흡수량 조사가 11개소에 지나지를 않아 금후 더욱 보충조사가 되어진 후 시비량을 설정함이 타당하다고 생각된다. 흡수량 조사에 의한 시비추천을 확대 설정한 경우가 있는데 이는 동일군내 유사작물간의 흡수량 보정계수를 조사하여 시비추천식이 설정되어 있는 기존의 시비추천식에 미설정된 작물의 흡수량 보정계수를 활용하여 함께 17작물에 대한 질소의 시비추천식을 도출하였으며, 같은 방법에 의하여 엽채류 6작물에 대한 인산과 칼리의 시비추천식을 도출한 바 있다 (Lee et al., 1996; NIAST, 2006). 이와 관련하여 목표수량 생산에 필요한 양분 흡수량은 작물간의 양분요구도의 지표가 될 뿐만 아니라 시비량 추정

에 필수인자가 된다고 하였다 (Benton et al., 1991).

## 요 약

고랭지 주요 채소에 대하여 일반 농가포장과 시험재 배 포장을 대상으로 배추 49지점, 무 28지점, 양배추 16지점, 결구상추 8지점, 양파 20지점, 기타 대파, 적채 등 11 지점의 식물체 시료를 생육시기별로 채취하여 표고에 따른 질소, 인산 및 칼리 양분의 흡수량상을 조사하였다.

고랭지 여름배추의 무기성분 흡수량은 표고가 높을수록 증가하는 경향을 보였는데, ha당 수확기 흡수량은 N 163~283 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 42~71 kg, K<sub>2</sub>O 146~270 kg 수준을 보였다. 고랭지 무의 경우도 표고가 높은 600~800 m에서 증가되는 경향으로, ha당 수확기 흡수량을 보면 N 153~159 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 38~46 kg, K<sub>2</sub>O 151~185 kg 수준이었다. 기타 고랭지 양배추와 결구상추도 표고가 높을수록 양분흡수량이 증가하는 경향을 보였는데, 양배추의 ha당 수확기 흡수량은 N 280~348 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 34~87 kg, K<sub>2</sub>O 209~290 kg이었으며, 고랭지 결구상추의 경우 ha당 N 66~93 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 21~26 kg, K<sub>2</sub>O 117~126 kg 수준을 보였다. 고랭지 양파의 ha당 무기성분 흡수량은 N 226~313 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 136~140 kg, K<sub>2</sub>O 234~252 kg 수준으로 표고에 따른 일정 경향은 없었다. 기타 지금까지 시비추천 기준이 설정되어 있지 않은 대파, 양미나리, 녹색꽃양배추, 적색양배추 등 소면적 재배작물의 양분흡수량을 조사하여 기존 양분흡수량 보정계수 (시비기준이 설정된 유사작물의 시비추천식 적용) 활용으로 시비추천 기준의 설정이 가능하였다.

## 인 용 문 헌

Benton, J.J., J.B.W. Harry, and A. Mills. 1991. Utilization of plant analysis result. Plant Analysis Handbook. Micro-Maccro Publishing. Inc. p. 88-98.

Cho, B.O. 1999. Characterization of soil fertility and management practices of alpine soils under vegetable cultivation. Ph.D. Diss., Kangwon National University., Chunchon, Korea. p. 13-34.

Hanson, R. and J. Brown. 1977. Soil Fertility. Computerized Soil Test Interpretation. University of Missouri-College of Agriculture Department of Agriculture Department of Agronomy.

Hwang, S.W., T.W. Kim, and P.S. Lee. 2000. Study on the function of secondary metabolites induced by environmental stress. Agricultural Experiment Reports in NIAST. 358-372.

Hwang, S.W., J.Y. Lee, S.C. Hong, Y.H. Park, S.G. Yun, and M.H. Park. 2003. High Temperature Stress of Summer Chinese Cabbage in Alpine Region. Kor. J. Soil Sci. and Fert. 36:417-422.

Lee, C.S., G.J. Lee, J.T. Lee, K.Y. Shin, J.H. Ahn, and H.J. Cho. 2002. Status of fertilizer applications in farmers' field for summer Chinese cabbage in highland. Kor. J. Soil Sci. and Fert. 35:306-313.

Lee, C.S., Y.H. Park, J.Y. Lee, and S.K. Lee. 1996. Studies on Recommendation of N Fertilizer Rates for Vegetable Crops in Vinyl House Soil. Kor. J. of Agr. Sci. 38:402-409.

Lee, G.J., J.T. Lee, Y.S. Zhang, S.W. Hwang, C. S. Park, J. H. Joo, 2009a. Recommendation of NPK Fertilizer based on Soil Testing and Yield Response for Radish in Highland. Kor. J. Soil Sci. and Fert. 42:167-171.

Lee, G.J., J.T. Lee, Y.S. Zhang, S.W. Hwang, C.S. Park, and J.H. Joo, 2009b. Recommendation of NPK Fertilizer based on Soil Testing and Yield Response for Carrot in Highland. Kor. J. Soil Sci. and Fert. 42:467-471.

Lee, J.T., G.J. Lee, Y.S. Zhang, S.W. Hwang, S.J. Im., C.B. Kim, and Y.H. Mun. 2006. Status of Fertilizer Application and Soil Management in Farmers' Fields for Major Vegetable Crops in Alpine Area. Kor. J. Soil Sci. and Fert. 39:357-365.

NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2006. Fertilizer Application Recommendation for Crops. p. 87~130.

NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2000. Methods of Soil and Crop Plant Analysis (Physics, Chemistry, Microorganism).

Park, C.S. 2002. Soil management practices to Reduce water erosion from the sloped farmland in highland. Ph.D. Diss., Kangwon National University., Chunchon, Korea.

RDA (Rural Development Administration). NAAES. 2000. Vegetable Cultivation Skill in Go Lang Ji. p. 17-45.

Tanaka, A., Y. Tehi, and K. Nakayama. 1977. Outline of Fertilizer Application. Hokkaido Cooperative Federation Agency:260-276.

Yang J.E., B.O. Cho, Y.O. Shin, and J.J. Kim. 2001. Fertility status in northeastern alpine soils of south Korea with cultivation of vegetable crops. Korea J. Soil Sci. and Fert. 34:1-7.