

レタスの施肥に関する基礎的研究

加 藤 徹

(高知大学農学部野菜学研究室)

Foundamental studies on fertilization for lettuce plant

By

Toru KATO

(Laboratory of vegetable crop science, Faculty of Agriculture)

Summary

In order to obtain the fundamental data of fertilization for lettuce plant, experiments were carried out in sand culture under glass from 1963 to 1965.

1. The effects of lack of nitrogen, phosphorus and potassium supply interposed at various stage of growth in Great Lake 54 plants respectively showed that number of leaves was affected by nitrogen and phosphorus elements, while top and head weight were controlled by nitrogen, phosphorus and potassium ones. Among them, phosphorus, especially at the beginning of growth, remarkably influenced upon the promotion of the leaf differentiation, and potassium, at the beginning of head formation, upon the increase in head weight.

2. Increase in fertilizer supply, with growth in Great Lake 54 plants, induced the vigorous vegetative growth and resulted in the retardation of head formation and then the poorly developed head.

Consequently it was suggested that the continuous supply of nutrient solution of moderate concentration from cotyledon expansion is necessary for favorable growth and high yield.

3. Electric conductivity in nutrient solution of optimum concentration favorable for growth of lettuce plant was 2.0 m Ω , which was lower than that of cucumber plant.

4. The concentration ratio of nitrogen to phosphorus to potassium favorable for leaf differentiation were 4 : 3 : 2 (200 ppm : 150 ppm : 100 ppm), and those for leaf growth 2 : 1 : 2 (200 ppm : 100 ppm : 200 ppm).

5. The effect of forms of nitrogen supplied on the growth and yield of Great Lake 54 plants showed that the most favorable combination of NO₃-N and NH₄-N for growth was 6 : 4 among the solutions with the same total nitrogen content.

The more NO₃-N ratio or NH₄-N ratio increased, the more the growth was stunted, but the latter gave more sever effect than the former.

It was found that the plants with more NO₃-N produced light-green colored foliage, and on the contrary, those with more NH₄-N dark green leaves.

6. The inhibition of growth by excess NH₄-N was decreased by giving more potassium or calcium to plants.

I: ま え が き

わが国および外国において報告されたレタスの施肥に関する研究はおおよそ2つに分けられ、1

つは主として施肥量を決定するための資料として、発育に伴う各成分の吸収について調査されたもので (1, 2, 5, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 27), 他は窒素・燐酸・加里の濃度あるいは割合と発育との関係などについて検討されたものである (3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 19)。

前者は比較的多いが後者はいたって少なく、レタスの発育に対応した施肥方針を確立するためにはまだ基礎資料が乏しいように思われる。

本報告はレタスの発育経過に基づく栽培技術を確立するための一部として、砂耕によって窒素・燐酸・加里の施肥方針について検討したものである。

II. 材料および方法

品種は研究目的に応じて葉数型のワイヤヘッドあるいは葉重型のグレートレーク54を供試した。

実験は5万分の1ワグネルポットを用いて、砂耕法によってすすめられた。レタスの場合5万分の1のポットでだいたい目的は達せられたが少しポットが小さいように思われた。

流水で十分に洗じようした砂をポットにつめ、発芽後培養液を1日2~3回ポットに注ぎ循環させた。培養液は生育初期3~5日おきに、後1日おきに更新した。

培養液の組成は岩田⁽¹⁰⁾、五味⁽⁸⁾の方法を参考に各実験ごとにきめたが、微量要素としては $B(H_3BO_3) 0.5 \text{ ppm}$, $Mn(MnCl_2 \cdot 4H_2O) 0.5 \text{ ppm}$, $Zn(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) 0.05 \text{ ppm}$, $Cu(CuSO_4 \cdot 5H_2O) 0.02 \text{ ppm}$, $Mo(Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O) 0.05 \text{ ppm}$, $Fe(FeC_6H_5O_7 \cdot 5H_2O) 3 \text{ ppm}$ を与えた。

第1実験：レタスの発育は葉数の増加期、さらに葉重の増加期と続き、全分化葉数の多少が球の大きさを左右している⁽¹¹⁾、まず窒素・燐酸・加里を時期別に欠除して、窒素・燐酸・加里の葉数および葉重(球重)に及ぼす影響を調査した。

4月14日にグレートレーク54をは種し、4月20日より第1図のように20日間だけ各成分をそれぞれ欠除させ、6月19日に収穫調査をした。

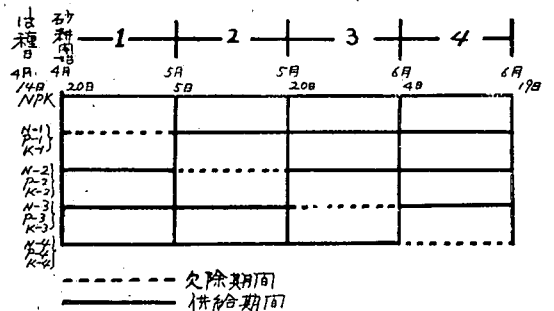
培養液の組成はできるだけ簡単で、影響のみられるものということで、不十分ではあるが第1表のものを選んだ。

第1表 培養液の組成表

成分	試 薬	濃 度 (ppm)
N	NH_4NO_3	200
P	$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$	150
K	K_2SO_4	100
Ca	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	50(初期) 100(中期以後)
Mg	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	

第2表 培養液の組成表

成分	試 薬	施用量 (ppm)			
		半量区	標準区	2倍量区	3倍量区
N	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	100	200	400	600
P	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	75	150	300	450
K	K_2SO_4	50	100	200	300



第1図 窒素・燐酸・加里の供給期間および欠除期間

第2実験：レタスの窒素・燐酸・加里の吸収量は生育の進行とともに増大することが報告されている^(9, 21)ので、生育に対応して施肥量を増加した場合どのような生育を示すかを調査するために、グレートレーク54を4月15日にまき、4月25日に定植し、5月1日より培養処理を開始した。15日おきに培養処理を第3図のように

変更し、7月1日に収穫調査した。

培養液の組成は第2表のとおりである。

したがって施肥量が多くなるにつれて培養液の濃度は高まった。

第3実験：最近土壌の塩類濃度について注意が払われているので^(3,11,21) 培養液の塩類濃度によって生育がどのように影響されるかを知るために3月15日まきワイヤヘッドおよび7月7日まき落合キュウリ（果菜類の代表としてレタスとの比較から）を選んだ。

キュウリとレタスは培養開始時期、期間、処方が異なるが培養液濃度間の相対な生長については比較しようと思われる。

第4実験：窒素・燐酸・加里の割合が葉数増加期あるいは葉重増加期でどうなっているのが適しているのかを明らかにするために、ワイヤヘッドを供試し、3月25日から砂耕処理を開始して葉数増加期の窒素・燐酸・加里の割合のあり方を、4月25日までは同じ液で砂耕し、その後窒素・燐酸・加里の割合をかえて葉重増加期でのそれらのあり方を検討した。

培養液の組成は第3表のとおりである。

第3表 培養液の組成と組合せ

処 理 期 間	成 分	試 薬	濃 度 (ppm)
3月25日～4月25日	N	Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	100, 200, 300, 400, 500, 600
	P	CaHPO ₄ · 2H ₂ O	50, 100, 150
	K	K ₂ SO ₄	100
4月25日～5月28日	N	Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	100, 200, 400
	P	CaHPO ₄ · 2H ₂ O	50, 100
	K	K ₂ SO ₄	100, 200, 300, 400

第5実験：そ菜の生育が窒素形態によって影響されることが報告されているし^(4,10)、地温および土壌 pH によって窒素の肥効がその形態によって異なることも報告されているので^(12,21)、培養液中の全窒素量を同一にして、アンモニア態窒素と硝酸態窒素の比率をかえ、グレートレーク54レタスの生育に及ぼす影響を調査した。

培養液中の窒素形態の比率は第4表のとおりである。

第4表 培養液中の窒素形態の比率

処 理 区 NO ₃ : NH ₄	試 薬		備 考
	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	
10 : 0	200 ppm	0	N : 200 ppm P : 150 ppm K : 100 ppm 使用試薬 : CaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O 393 mg/l KH ₂ PO ₄ 349 mg/l CaCl ₂ · 2H ₂ O 184 mg/l
8 : 2	160	40	
6 : 4	120	80	
4 : 6	80	120	
2 : 8	40	160	
0 : 10	0	200	

第6実験：NH₄ 態窒素による生育抑制を除去するために NH₄⁺ と拮抗する K⁺、Ca⁺⁺ を与えた場合のレタスの生育状態を調査した^(9,10,12,21)。

培養液の組成は第5表のとおりである。

12月22日まきグレートレーク54を1月5日に定植し、硝酸カルシウム、燐酸加里および燐酸カルシウムを主体にした培養液にて砂耕した。2月1日に処理区分け、第5表に従って処理を開始し、

第5表 培養液の組成表

成分	試薬	濃度 (ppm)
K の影響		
N	NH ₄ NO ₃	200
P	CaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	150
K	K ₂ SO ₄	0, 100, 200
Ca の影響		
N	NH ₄ NO ₃	200
P	NaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	150
K	KH ₂ PO ₄	100
Ca	CaCl ₂ · 2H ₂ O	0, 50, 100

* CaCl₂ · 2H₂O 184 mg/l を3月1日よりさらに各区培養液に加えられた

3月30日に収穫調査を行なった。

培養液は井戸水を使用してうすめた。したがって Ca の影響の実験における Ca : 0 ppm 区でも井戸水中の Ca 約 20 ppm が供給されているばかりでなく、3月1日より CaCl₂ · 2H₂O が 50 ppm 追加された。

III. 結果および考察

1. 葉の分化、生長に及ぼす窒素・燐酸・加里の時期別欠除の影響

葉数型のワイヤヘッドを供試しての結果は第2図のとおりである。

(1) 葉の分化に及ぼす影響 全葉数についての結果をみると、窒素は生育初期に欠除させると著しく全葉数が減少しているが、生育がすすむにつれて窒素欠除の影響は弱くなっている。燐酸は窒素と同様に生育初期に欠除させると顕著に葉数が減少している。この影響は窒素のそれよりもむしろ強くなり、それ以後の欠除の影響は全くみられない。また加里はほとんど葉数の分化に対しては影響がみとめられない。

したがって葉の分化には窒素と燐酸が主として関係している。燐酸は初期のみに十分与えられれば葉数の点からはまず問題ないが、窒素は初期から必要である。その必要度は初期ほど大きい。

(2) 葉重・球重の増加に及ぼす影響 窒素についてみると、初期欠除された場合外葉重は著しく減少しているが球重はその割にはあまり減少していない。すなわち生育中後期の窒素供給によって生育が回復していることを示している。また換言すれば窒素の初期欠乏によって球の形成が促進されていることを示している。

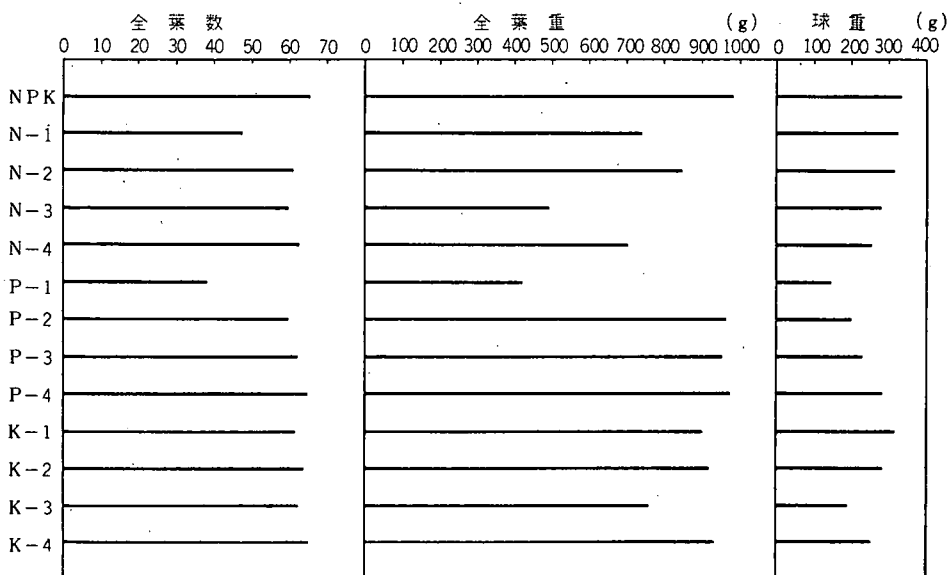
生育中期の窒素欠除では外葉重の減少が初期欠除の影響より少なくなっているが、逆に球重は初期欠除株よりわずかに少なくなって軽い傾向がみられる。この傾向は結球開始期前後の欠除でひじょうに強められ、外葉重、球重ともに減少している。結球中の窒素欠除の場合外葉重にはほとんど影響はないが、球重に著しい影響を与えており、球の充実には窒素は結球開始ごろからきかせることが必要であるといえる。

この結果は生育初期の窒素欠除区において球重が対照区とあまり違っていなかったという事実を裏書きしているものと考えられる。

燐酸の場合生育初期に欠除されると、そのまま生育が抑制され、全く回復がみられない。したがって葉重も球重も著しく少ない。

生育中期以後の燐酸欠除区では外葉重はほとんど対照区と差異はみとめられないが、球重、すなわち球の発達には著しい影響がみとめられた。この場合生育中期ほど欠除の影響が大で、結球開始期、結球期の順に次第に小さくなっている。

このように磷酸が生育初期から必要で、結球期後半に入ってから必要度が減少する結果は藤村らによって報告⁽⁷⁾されている結果と一致している。



第2図 レタスの葉の分化・生長に及ぼす窒素・磷酸・加里の時期別欠除の影響

つぎに加里欠除の影響をみると、生育初期欠除はほとんど影響がみとめられないが、結球開始期の加里欠除は外葉重に対しても、球重に対しても影響が著しい。とくに球の充実に対して著しい影響を示した。結球中の加里欠除の影響は外葉重にはみられないで、球重に対して著しい影響を与えている。

このように球の充実肥大に対して加里が関係していることは球の充実が外葉による同化産物の転流によることから考えて容易に理解されるところである。

藤村ら⁽⁵⁾も加里の肥効が外葉数、その大きさ、重さ、結球葉数にあまり関係なく、結球を構成している結球葉1枚1枚の大きさ、重さを大きくすることにあることを示しており、著者の結果と一致している。

しかし球の充実肥大に対して関係している要素は前述のように窒素・磷酸・加里がともに密接に関係しているのである。

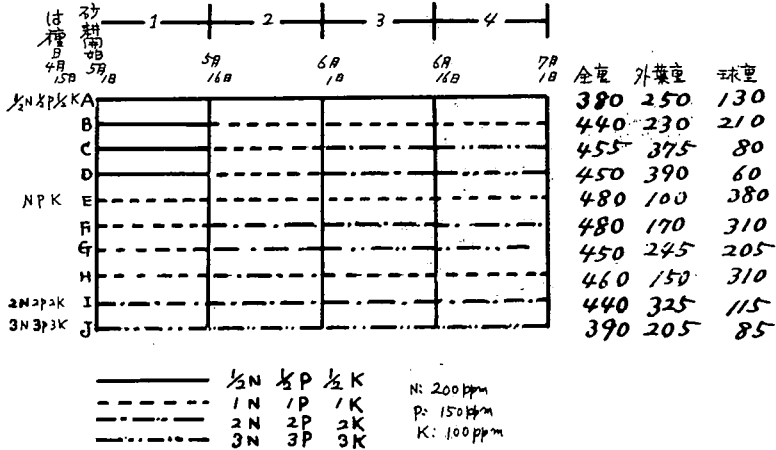
以上の結果から施肥重点時期が窒素・磷酸は生育初期からで、葉の分化発達を促なし、結球開始前後から加里をも加えてきかせるようにすることが大切で、それによって葉重を増し、球の充実肥大を完成させることができる。

2. 生育に及ぼす施肥方法の影響

生育による肥料の吸収に応じた施肥量を第3図に従って行なった結果は第3図右のとおりである。

第3図のA~DあるいはE~Hの間でみると、生育に応じて施肥量を高めて行くと生育が旺盛となって全重が増加しているが、この増加は主として外葉の旺盛な発育によるもので球重は逆に施肥量の増加とともに少くなっている。

このことは施肥量を高めて肥料を十分に吸収せしめると、結球開始が遅れることを示している。とくにA~Dの場合にこの傾向がE~Hの場合より著しい。これは生育初期より肥料をきかせなけ



第3図 レタスの生育に及ぼす施肥方法の影響

品種：Great Lake 54，4月15日まき，4月25日定植，5月1日砂耕処理開始，7月10日調査

れば結球が順調に促進されないことを示している。

しかしA, E, I, Jを比較すると生育初期より施肥が多すぎても(I, J), また少なくとも(A)生育が抑制され, 球の発達も不良である。

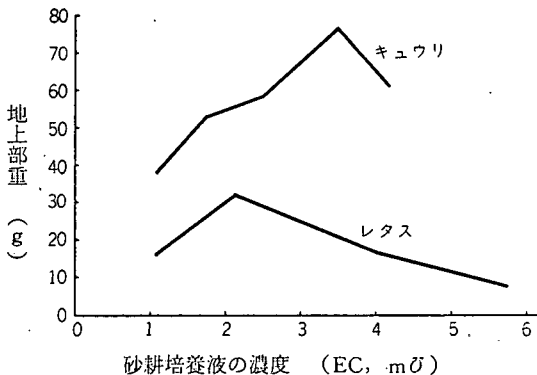
したがって本実験から窒素 200 ppm, 燐酸 150 ppm, 加里 100 ppm を含む培養液の濃度で培養されることがレタスの生育には適当で, 生育に応じて吸収量が多くなるからといって施肥量を高める必要はみとめられない。

3. 培養液中の塩類濃度について

前述したようにレタスが生育初期より順調に生育して行くために最適濃度があることが示された。

これは電気伝導度 (EC) で示せば 2 m Ω 前後で, 果菜類の代表として選んだキュウリの好適濃度 (3.5 m Ω 前後) にくらべて約半分位でレタスは好適濃度は低い方にある (第4図)。

この結果は最近ハウス栽培で問題となっている濃度障害⁽²¹⁾ がレタスの場合にもみられるであろうことを暗示している。



第4図 培養液濃度と生育との関係

キュウリ：落合胡瓜 7月7日まき
 7月14日処理開始，8月3日調査
 レタス：ワイヤヘット 3月15日まき
 3月25日処理開始，4月20日調査

うことを暗示している。

したがって肥料のやりすぎは十分に注意する必要があるし, 好適濃度を維持するような追肥などの管理が必要である。

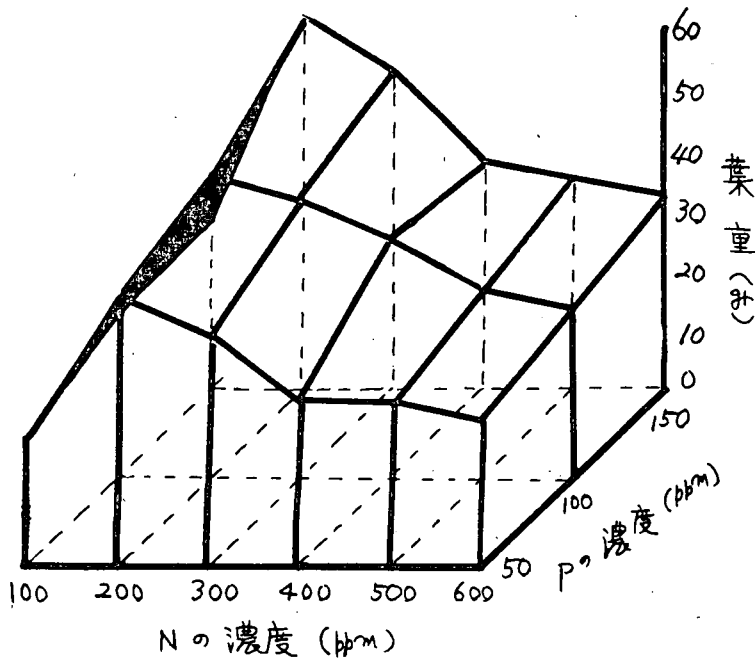
4. 窒素・燐酸・加里の濃度比率について

(1) 葉数増加期において

レタスの生育の前半は葉数が著しく増加する時期で⁽¹⁴⁾, この時期には窒素と燐酸がとくに関係していることが第2図の結果からみとめられたので, 加里濃度を100ppmとし, 窒素と燐酸の濃度をいろいろにかえて調査したところ, 第5図のような成績がえられた。

磷酸濃度にかかわらず窒素の好適濃度は 200 ppm で、生育の最もよかったのは窒素が 200 ppm、
 磷酸が 150 ppm の組合せであった。

本調査の範囲で窒素：磷酸：加里の濃度比率を示せば 4：3：2 (200 ppm：150 ppm：100 ppm)
 となり、加里にくらべ窒素・磷酸が多い方が葉の分化によく、葉数確保のうえからも望ましい比率
 かと思われる。



第5図 レタスの生育に及ぼす窒素および磷酸の影響

品種：Wayahead, 3月5日まき, 3月19日定植, 3月25日砂耕処理開始, 4月25日調査

(2) 葉重増加期において

生育の後半は葉重の増加期に相当し⁽¹³⁾, 窒素・磷酸・加里がともに関係していることが示されて
 いるので(第2図), 窒素・磷酸・加里の濃度を組合せて調査してみると, 第6表のような結果が
 えられた。

磷酸の濃度にかかわらず加里濃度に対し窒素濃度が高すぎるときは球の発達が不良で, 小さい。
 逆に加里濃度の方が窒素濃度より濃いときは球の発達がよく, 大きい傾向がみられた。このように
 球の充実に対し, 加里と窒素が関連しあっていることは前実験(第3図)においてもみとめられた
 ところである。

また窒素と加里濃度が同一比率のときは磷酸の多い方が球の発達がよく, 葉重が大きい。

この結果も第2図の結果と一致するものであるが, 窒素：磷酸：加里の濃度比が 2：1：2 (200
 ppm：100 ppm：200 ppm) のときもっとも葉重が大で, 球の発達が良好であった。

生育全般にわたって窒素濃度のみについてみると 200 ppm が良好であったことは第3図の結果
 と一致している。この濃度は五味⁽⁸⁾, 出口ら⁽¹¹⁾の報告と一致しているが, 藤村ら⁽⁵⁾の濃度は 400
 ppm と高く, 著者らの2倍の濃度で, 一致していない。しかし(生育前半における窒素と加里の
 好適濃度比は⁽⁶⁾は 500 ppm：200 ppm すなわち 2：1で著者の結果と一致している。

磷酸について藤村ら⁽⁷⁾は生育後期まで関与していることをみとめ, 本実験の結果と一致してい

る。五味⁽⁸⁾は20~80 ppm が好適度としているが、藤村らの結果⁽⁷⁾でも80 ppm までには変曲点が現われていないのでさらに高濃度を必要するものと考えられている点から著者のえた結果、前半は150 ppm、後半が100 ppm が好適なのではあるまいか。

第6表 結球に及ぼす窒素・磷酸・加里の組合せの影響

N	P	K	全 重 gr	外 葉 重 gr	球 重 gr
100			165.2	101.4	63.8
200	50	100	200.8	125.3	75.5
400			185.4	120.2	65.2
		100	200.5	124.8	75.8
200	50	200	250.6	98.2	152.4
		300	220.8	88.2	132.6
		100	210.4	112.2	98.2
200	100	200	260.5	95.7	164.8
		300	235.2	109.8	125.4
		100	195.8	123.3	72.5
400	100	200	214.2	117.8	96.4
		300	205.6	98.4	107.2
		400	210.5	80.0	130.5

* Wayahead 3月25日まき、4日25日処理開始(結球開始期) 5月28日調査。

加里の好適濃度について五味⁽⁸⁾は20~80 ppm と報告しているが、藤村ら^(5,6)は窒素濃度によって異なることをみとめている。

本実験においても藤村らと同一傾向であるが、生育前半は100 ppm、後半が200 ppm が好適濃度であった。

結球作物の慣例として窒素と同量程度の加里が大切な要素として与えられてきたが、この施肥法は結球開始後の球の充実に目的があるのであって、生育前半からいたずらに加里を多くすることは望ましいことでない。

5. 生育に及ぼす窒素形態の影響

岩田ら⁽¹⁰⁾はすでに窒素の形態によって著しくそ菜の生育に影響を与えることを報告しており、硝酸態7:アンモニヤ態3が好適な比率であった。出口ら⁽⁴⁾はレタスの礫耕実験から硝酸態8:

第7表 レタスの生育に及ぼす窒素形態の影響について

NO ₃ : NH ₄	分 化 葉 数				葉 重 (gr)			莖 長 (cm)	花 芽 分 化
	枯 葉	外 葉	球 葉	全 葉	外 葉	球 葉	全 葉		
10 : 0	5	23	48	76	400	450	850	7.8	分化初期
8 : 2	8	23	54	85	410	610	1020	7.8	分化初期
6 : 4	9	23	65	97	440	680	1120	8.5	頂花房分化期
4 : 6	6	21	51	78	380	520	900	7.5	分化初期
2 : 8	5	22	48	75	360	280	640	6.3	未分化
0 : 10	8	26	39	73	370	185	520	5.0	未分化

* 品種 Great Lake 54. 12月2日まき

* 砂耕処理 1月5日開始 3月2日調査

* 砂耕液 pH: 6.75~7.0 EC: 1.43~1.38m \bar{O}



NO ₃ -N	10	8	6	4	2	0
NH ₄ -N	0	2	4	6	8	0

第6図 球の大きさに及ぼす窒素の形態の影響

アンモニヤ態2が良好であると報告している。

著者がグレートレック54を使って行なった結果は第7表、第6図のとおりで、硝酸態窒素にアンモニヤ態窒素が加わると、葉色がこくなり、生育が旺盛となった。しかし硝酸態窒素よりアンモニヤ態窒素の方が多くなってくると、生育が抑制され、球が小さくなった。

結局硝酸態窒素6：アンモニヤ態窒素4の割合がもっとも生育がよく、これよりも硝酸態が増加しても、逆にアンモニヤ態が増加しても生育が抑制された。

この結果は岩田ら⁽¹⁹⁾、出口ら⁽⁴⁾の結果と同じ傾向であるが、その割合は著者の場合がもっとも同率に近い傾向がみられた。これは栽培時期、培養液の処方、交換方法などの差異によることも原因していると思われる。

使用ポットが小さくて根の生長が制限されたためか“ふちぐされ”がアンモニヤ態窒素の多い区にみられた。これは岩田ら⁽¹⁰⁾、堀ら⁽⁹⁾の報告しているようにNH₄⁺イオンとCa⁺⁺イオンとの拮抗によるものと考えられる。

6. アンモニヤ態窒素によるレタスの生育障害に及ぼす加里および石灰の影響

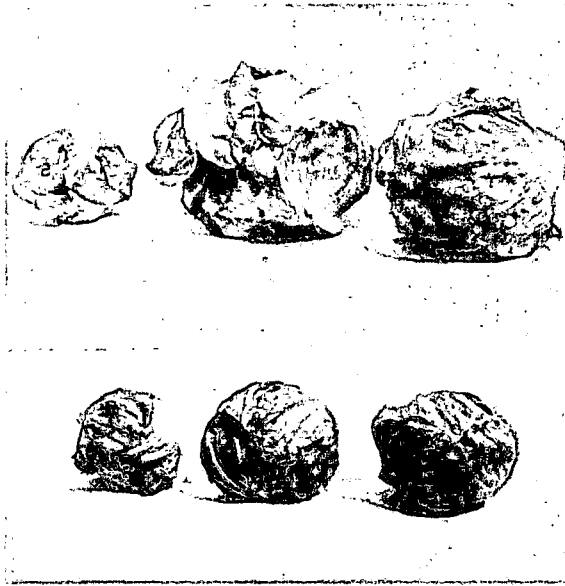
前実験においてアンモニヤ態窒素が硝酸態窒素よりその割合が多くなるにつれ、生育が抑制された。

アンモニヤ態窒素による生育障害を減少させるためのNH₄⁺イオンと拮抗するK⁺あるいはCa⁺⁺イオンを与えた場合レタスの生育がどのようになるかを調査した結果、第8表と第7図のような結果がえられた。

まず加里の影響をみると、加里が多用されるにつれて葉数も葉重も増加し、アンモニヤ態窒素による生育障害が減少された。

第8表 NH₄態窒素によるレタスの生育障害に及ぼす加里および石灰の影響

濃 度	分 化 葉 数				葉 重 (gr)			茎 長 (cm)	花 菜 分 化
	枯 葉	外 葉	球 葉	全 葉	外 葉	球 葉	全 葉		
K の 影 響									
0	6	24	41	71	390	290	680	7.5	未分化
100	8	22	59	89	400	800	1200	11.5	頂花房形成期
200	8	28	60	96	590	860	1450	12.2	側花房形成期
Ca の 影 響									
0	8	26	50	84	430	460	890	9.2	分化初期
50	7	26	59	92	630	520	1150	10.0	側花房形成期
100	7	25	64	96	610	650	1260	11.5	側花房形成期



上 加里の影響 左より 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm
下 石灰の影響 左より 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm

第7図 $\text{NH}_4\text{-N}$ による球の発達阻害に対する加里および石灰の影響

石灰の影響についても同様な傾向がみとめられた。本実験の範囲内では石灰の影響よりも加里の影響の方が強く示されており、アンモニア態窒素と拮抗させて生育を旺盛にさせるには石灰より加里の方が良好な結果がえられるように思われる。

窒素肥料の多くはアンモニア態であることや、地温が 15°C 以下のとき、肥沃土でないときあるいは土壌が酸性のときは硝酸化成が弱い上に低温だと硝酸態窒素の吸収が抑制されることなどが原因して秋作の場合アンモニア態窒素の影響が生育にあらわれることが多いものと思われる。

藤村ら⁽⁶⁾の春まき、秋まき栽培間で加里反応が異なったのも前述の事柄が関係しているののではないと思われる。

以上のように窒素の形態と加里、石灰の関係は複雑であるので、栽培時期に対応した窒素・加里・石灰などの施肥が考慮されねばならないと思う。

IV. 摘 要

レタスの施肥方針を明らかにするため、葉数型のワイヤヘッドあるいは葉重型のグレートレーク54を使用して砂耕実験を1963年から1965年にわたって行なった。

1. 窒素・リン酸・加里を時期別にそれぞれ欠除させて葉の分化・生長に及ぼす影響をみると、葉の分化には窒素とリン酸が関係しており、加里の影響はみとめられなかった。生育初期の窒素・リン酸欠除ほど葉の分化が阻害された。中でもリン酸の影響がとくに著しかった。

葉の生長すなわち葉重の増加、球の発達に対しては窒素・リン酸・加里の三要素が関係していた。中でも結球開始期の窒素・加里の欠除の影響は著しく、次いで結球期であった。球の充実に対しては窒素よりも加里の影響が著しかった。

2. 生育による肥料の吸収に応じた施肥量を行なうと、生育は旺盛となって全重が増加するが、結球開始がおくれ、球の発達が不良であった。

順調に生育せしめるには生育初期より肥料をきかせなければいけないが、培養液の濃度がうすく

でもこすぎても生育が不良であった。

3. 培養液の好適濃度は電気伝導度 (EC) で $2 \text{ m}\Omega$ であったが、キュウリの好適濃度 $3.5 \text{ m}\Omega$ にくらべれば約半分位の濃度で、うすい濃度であった。

4. 葉の分化に対する窒素・リン酸・加里濃度の好適比率は $4:3:2$ ($200 \text{ ppm} : 150 \text{ ppm} : 100 \text{ ppm}$) で、葉の肥大に対しては $2:1:2$ ($200 \text{ ppm} : 100 \text{ ppm} : 200 \text{ ppm}$) で、結球開始前は加里に対し窒素・リン酸が多いのに、結球開始後は逆に加里と窒素が同じ割合で、リン酸が少なくなった。

5. レタスの生育に及ぼす硝酸態窒素とアンモニア態窒素との比率をみると、硝酸態窒素にアンモニア態窒素が加わると葉色がこくなり、生育が旺盛となったが、硝酸態窒素にくらべアンモニア態窒素が多くなると逆に生育が抑制された。

結局硝酸態窒素 6 : アンモニア態窒素 4 が最も生育がよかった。

6. アンモニア態窒素による生育障害は加里あるいは石灰の増施によって減少した。

謝辞 砂耕実験に際し、いろいろ御指導御援助を頂いた果樹研究室の中島助教に厚くお礼申し上げます。

引用文献

1. Claypool, L. L. 1932. Influence of fertilizer treatment on lettuce head and seed production. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 29: 448—441.
2. ————. 1933. Further studies relative to fertilization of lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 30: 548—549.
3. 出口正夫・太田安定. 1964. れき耕栽培の実用化に関する基礎試験 (第2報) 培養液の3要素濃度について. 農及園. 39: 1273—1274.
4. ————. 1964. 砂耕栽培の実用化に関する基礎試験 (第3報) 培養液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度比およびNの最適濃度. 同上. 39: 1419—1420.
5. 藤村 良・森 俊人・北野辰行・青木喜昭. 1960. レタスの施肥に関する研究 (第1報) 発育に伴う肥料の吸収と窒素・加里およびその割合が発育に及ぼす影響. 園学雑. 29: 191—196.
6. ————. 1962. レタスの栄養生理に関する研究 (第3報) 発育段階における窒素・加里およびその割合の反応. 兵庫農試研報. 10: 65—66.
7. ————. 伊藤純吉・藤本治夫. 1962. レタスの栄養生理に関する研究 (第4報) 発育段階におけるリン酸の反応. 同上. 10: 67—98.
8. 五味 清. 1955. 蔬菜の生育に及ぼす窒素・リン酸・加里施用濃度の影響 (第3報) レタス (Imperial 847) に就て. 宮崎大農時報. 1: 201—210.
9. 堀 裕・山崎肯哉・上浜龍雄・青木正孝. 1960. 蔬菜の石灰栄養に関する研究 (第2報) ハクサイの石灰欠乏症状ならびにその発生に及ぼす培養液組成および濃度の影響. 園学雑. 29: 169—180.
10. 岩田正利・谷内武信. 1953. 窒素形態の差異と蔬菜の生育. 園学雑. 22: 183—192.
11. 位田藤久太郎・小川幸持・新井和夫. 1957. 蔬菜の根の生理に関する研究 (第5報) 水耕栽培における通気が蔬菜類の生育並びに養分の吸収に及ぼす影響. 園学雑. 26: 171—177.
12. ————. 1961. 蔬菜の施肥と土壤. 朝倉書店. 東京.
13. Knott, J. E. 1933. Lettuce production on the muck soils of New York. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 564.
14. 加藤 徹. 1963. 発育経過からみたレタスの栽培技術. 農及園. 38: 1854—1858.
15. Lorenz, O. A., and P. A. Minges. 1942. Nutrient absorption by a summer crop of lettuce in Salina Valley, California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40: 523—527.
16. Lambeth, U. N. 1953. Variable potassium and magnesium saturation on growth and mineral composition of Bibb lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 62: 357—362.
17. Parups, E. V., and R. G. Wilson. 1958. Nutrition of lettuce with nitrogen, phosphorus and potassium on organic soil in Ontario. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 399—406.
18. 鈴木誠次郎・中安信行・荒井俊郎・増井正芳・浜田次人・山本昇. 1964. 蔬菜類の時期別養分吸収に関する試験. 東京都農試研報. 3: 105—131.
19. Woodman, R. N. 1939. Effects of variation in the supply of potash to lettuces grown under, glass, Jour. Pomol. Hort. Sci. 17: 167—180.

20. ————. 1942. The nutrition of lettuce. *Ann. Appl. Biol.* 29 : 213—218.
21. 山崎尚哉. 1958. 蔬菜の肥培. 地球出版株式会社. 東京.

(昭和40年9月30日受理)