

野菜畑における土壌管理と施肥改善に関する研究(4)

誌名	福島県農業試験場研究報告 = Bulletin of the Fukushima Prefecture Agricultural Experiment Station
ISSN	03887723
著者	斉藤, 研二 榎本, 優
巻/号	27号
掲載ページ	p. 21-28
発行年月	1988年3月

野菜畑における土壌管理と施肥改善に関する研究

第4報 窒素追肥施用量がキュウリ地上部の硝酸態窒素及び全糖濃度に及ぼす影響*

齊藤 研二・榎本 優

Studies on Soil Management and Improvement of Fertilizer Application in Vegetable Field.

4. Effects of the Supplemental Nitrogen Fertilizer on the Concentration of Nitrate Nitrogen and Total Sugar in Cucumber Plants.

Kenji SAITO and Masaru ENOMOTO

I 緒 言

福島県は全国有数の夏秋キュウリ生産地であるが、土壌肥料分野からの実態調査は少なかった。そこで、筆者ら¹⁾は、1980～1982年の3年間にわたり、県内の主要な夏秋キュウリ畑土壌の理化学性や施肥の実態調査をおこない、結果を報告してきた。

その調査結果から、夏秋キュウリ栽培では施肥量の多いことが認められ、特に窒素施用量の多いことが知れたので、夏秋キュウリに対する適正な基肥及び窒素追肥施用量を圃場試験で検討してきた。

夏秋キュウリでは収穫期間が長期にわたるため、窒素追肥施用量が多くなりがちであり、適正な施用量水準を超える例がしばしばみられる。

筆者らは、夏秋キュウリに対する適正な窒素追肥施用量を検討するとともに、追肥窒素の施用量によって葉や果実などの全窒素、硝酸態窒素濃度、あるいは、窒素代謝に深く関係する全糖濃度がどのような経時的変化を示すかを調査した。

窒素追肥施用量が夏秋キュウリの生育・収量に及ぼす影響²⁾については別に報告したので、本論文では主に、窒素追肥施用量の違いによる地上部体内成分の変動について報告する。

II 試験方法

1. 窒素追肥施用量試験

本試験は、1985年に福島県農業試験場の圃場（郡山市富田町）で実施した。供試土壌は細粒褐色低地土で、試験区は1区23m²、2連制でおこなった。

供試作物にキュウリ（品種：ときわ北星）を用い、1985年5月3日には種し、5月30日に定植した。栽植様式はうね幅290cm（ベット幅120cm、通路幅170cm）、株間60cmとし、ベットには黒色のポリエチレンフィルムでマルチ（120cm幅）をした。

基肥及び完熟稲わら堆肥2t（10aあたり、以下同様）、苦土石灰50kgは各区共通量で、基肥は窒素、リン酸、カリをそれぞれ25、16、22kgを高度複合化成肥料で施用した。

試験区として、窒素追肥施用量を0、15、30、45、60kgの5段階の区を設置した。カリ追肥量は各区共通量で30kgとした。土壌中の有効態リン酸含量が高かったためリン酸の追肥はしなかった。窒素追肥にはNK化成及び硫安を使用し、ベット肩部に6月2回、7月5回、8月3回、9月2回に分肥した。

栽培管理は慣行に従った。

生育・収量調査には各区とも所定の20株を使用した。生育調査は主茎の芯止めをする7月下旬

* 本報告の要旨は昭和61年度日本土壌肥料学会東北支部大会で発表した。

旬に実施し、収量調査は7月下旬より9月下旬まではほぼ毎日収穫して重量を測定した。

2. 地上部の化学分析

地上部の体内成分を調査するため、7月上旬より、ほぼ2週間ごとに1区あたり5株を採取し、葉身部と茎・葉柄部（茎と葉柄部を合わせて1試料とした）にわけ、葉身部は下から順次5葉ずつを合わせて1試料とし、直ちに60℃で風乾し粉碎して分析試料とした。

果実は7月下旬よりほぼ2週間ごとに、各区からほぼ同じ大きさのものを10本採取し、直ちにジューサーで摩砕後、凍結保存し、必要に応じて解凍し分析に供した。

各種の化学分析は以下のようにおこなった。

全窒素は乾燥粉末試料をケルダールフラスコに採取し、濃硫酸-過塩素酸で加熱分解し、分解終了後定量にして、ケルダール法でアンモニア態窒素を測定した。

硝酸態窒素の定量はフェノールジスルホン酸法³⁾でおこなった。また、果実の硝酸態窒素は解凍試料の一部をケルダールフラスコに入れ、デバルタ合金を加え、硝酸態窒素をアンモニア態窒素に化学変化させケルダール法で測定した。

表1 窒素追肥施用量と生育・収量

区名	生育調査 (7月23日)				収量 (kg/a)
	草丈(cm)	葉数	最大葉長(cm)	側枝数	
1. 追肥 0kg	286	38.5	21.6	15.4	1,017
2. " 15kg	290	39.5	21.2	16.1	1,095
3. " 30kg	292	39.1	21.9	16.7	1,111
4. " 45kg	280	38.2	22.3	16.1	1,174
5. " 60kg	292	39.8	22.3	16.9	1,146

2. 地上部の体内成分濃度の経時的変化

(1) 葉身の全窒素、硝酸態窒素及び全糖濃度

図1に7月中旬、下旬、8月中旬の葉位別全窒素濃度の推移を示した。いずれの調査時期にも各区とも上位葉ほど全窒素濃度が高くなっていた。7月中旬には窒素追肥量の多い45kg、60kgが他の3区に比べて、全窒素濃度がやや高く推移した。7月下旬では区間差が明確になり、45kg区までは窒素追肥量が多いほど下葉位から上位葉まで全窒素濃度が高く推移した。特に、0kg区の濃度は45

乾燥粉末試料（果実は解凍試料）を三角フラスコに採取し、80v/v%エタノールを加え、還流冷却管をつけ、湯浴上で1時間糖を抽出した。抽出液を湯浴上にのせアルコールを除去した後、水を加えて定量とし、全糖の分析試料とした。全糖はアントロン硫酸法⁴⁾で測定した。

III 試験結果

1. 生育及び収量

7月下旬の草丈、葉数、最大葉長、側枝数を表1に示したが、これを見ると、窒素追肥0kg区の側枝数は他の4区と比べてやや少ないものの、草丈、葉数、最大葉長では明確な区間差は認められなかった。

また、肉眼による葉色の観察でも区間差は認められなかった。

収量は1区あたり20株から収穫した果実の重量を調査して求めたが、各区の総収量をみると（表1）、窒素追肥45kg区が最も多く、次いで60kg > 30kg > 15kg > 0kgの順であった。最も収量の高い45kg区の収量を100とすると、収量の最も少ない0kgは87であった。

kg区に比して全体的に0.3～1.45%も低下が認められた。また、45kg以上の区では全窒素濃度が頭打ちになった。8月中旬の0kg区的全窒素濃度は他区に比べてやや低く、しかも、上位葉の濃度が低くなる傾向がみられたが、他の4区の区間差は明確でなかった。

図2は7月中、下旬の各区の硝酸態窒素濃度を示したものである。7月中旬では各区とも上位葉ほど濃度が高くなっているが、その濃度は0.15%以下と低く、区間差も不明確であった。7月下旬でも区間差は不明確で濃度も低く、いずれの区も、

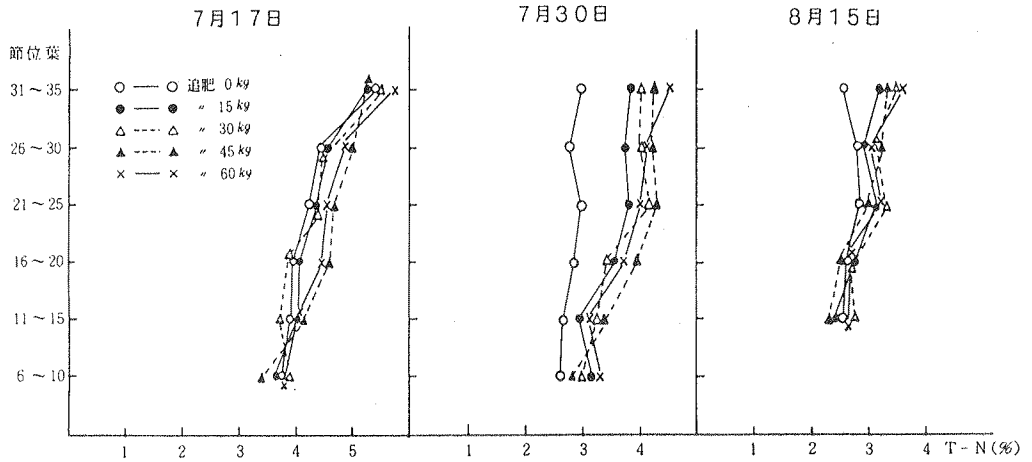


図1 葉の時期別全窒素濃度

下位葉から上位葉まで0.1%であったが、0 kg区は上位葉にいくほど濃度が高くなる傾向がみられた。また、0 kg区の濃度は、他の区に比してやや高く推移していた。

7月下旬、8月中旬の葉別全糖濃度の推移を図3に示したが、いずれの時期においても、各区とも上位葉ほど全糖濃度が高かった。7月下旬調査時では全糖濃度の区間差は明確で、窒素追肥施用量が多いほど濃度は低下していたが、45kgと60kg区の区間差は小さかった。同様な傾向は8月中旬にも持続していた。

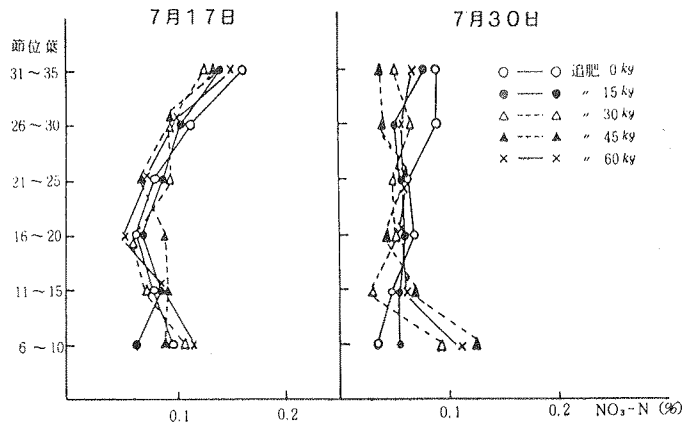


図2 葉の時期別硝酸態窒素濃度

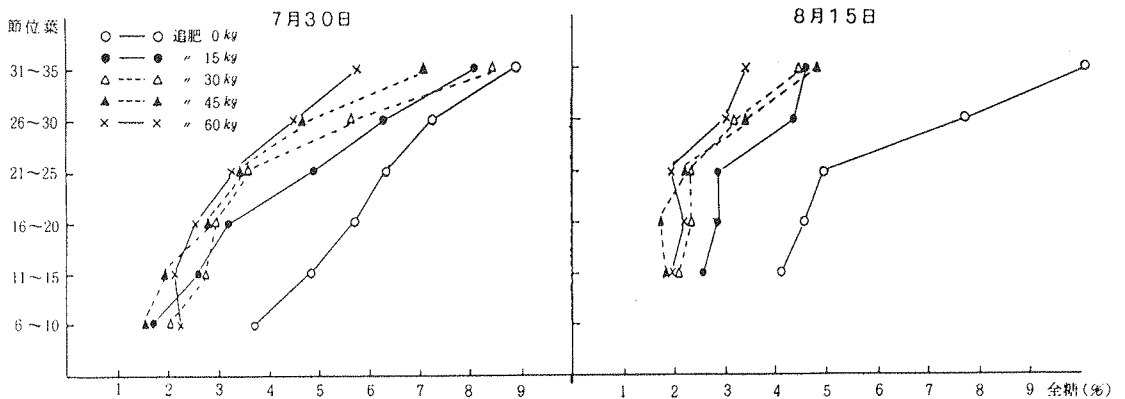


図3 葉の時期別全糖濃度

図4は最多収区(45kg区)の葉身の全窒素及び全糖濃度の経時的な推移をみたものである。これをみると、全窒素濃度は経時的な低下を示しているのに対し、全糖濃度は7月中旬に最も高くなり、

その後低下していったが、9月上旬では下位葉から上位葉までほぼ同様な濃度になり、濃度も8月中旬よりやや高くなる傾向がみられた。

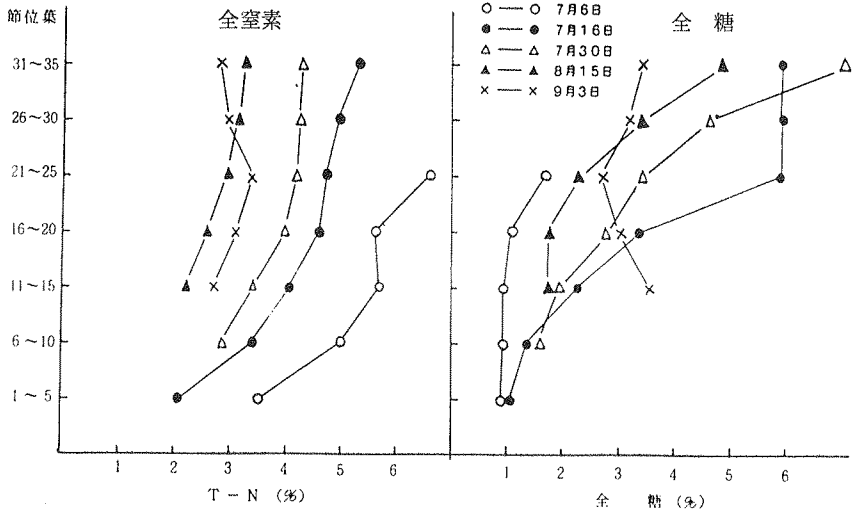


図4 窒素追肥45kg区の葉の全窒素及び全糖濃度の推移

図5は最も光合成活動が活発と思われる中位葉(16~20節葉, 21~25節葉)の全糖濃度の推移をみたものであるが、0kg区以外の区は7月中旬に最も濃度が高くなり、それ以降8月中旬まで急激に

低下した。その低下割合は窒素施用量が多いほど大きくなる傾向がみられた。一方、0kg区的全糖濃度は7月下旬まで増加し、その後は速やかに低下していった。

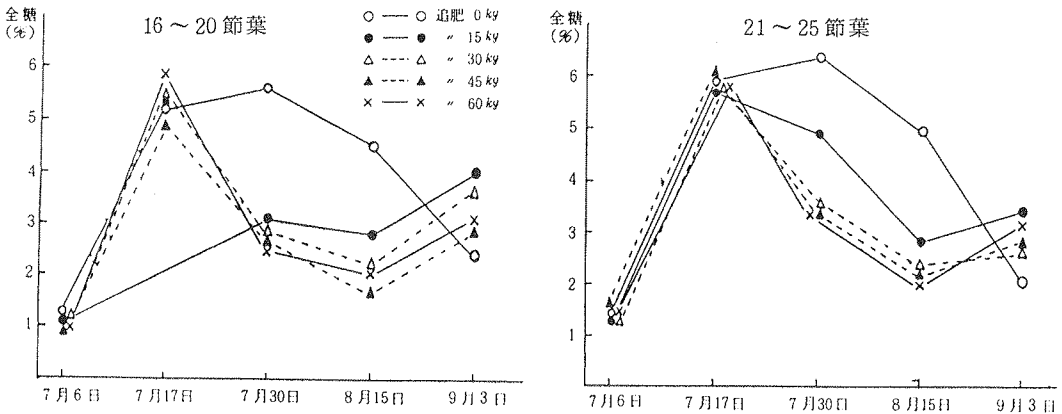


図5 中位葉の全糖濃度の推移

(2) 茎・葉柄の全窒素, 硝酸態窒素及び全糖濃度

表2には葉・葉柄の全窒素及び硝酸態窒素濃度の推移を示した。これをみると、いずれの区的全窒素濃度, 硝酸態窒素濃度とも徐々に低下していった。7月中旬以降の全窒素濃度は窒素追肥施用

量が多いほど高く推移していた。特に、7月中旬には区間差が大きくなり、0kg区的全窒素濃度は60kg区の約50%まで低下していた。

硝酸態窒素濃度の推移も全窒素と同様な傾向がみられた。茎・葉柄の硝酸態窒素濃度は葉のそれと比較すると極めて高く、1%以上になる時のみ

られた。また、全窒素にしろる硝酸態窒素の割合も高く、時には30%近くにもなった。

表2 茎・葉柄中の全窒素濃度及び硝酸態窒素濃度の推移

区名	T-N (%)		(NO ₃ -N%)		
	7月6日	7月17日	7月30日	8月15日	9月3日
1. 追肥 0 kg	4.46 (1.10)	3.46 (0.64)	1.80 (0.13)	1.76 (0.03)	1.53 (0.04)
2. " 15 kg	5.08 (1.42)	3.28 (0.74)	2.25 (0.33)	2.11 (0.15)	1.72 (0.10)
3. " 30 kg	4.97 (1.27)	3.47 (0.80)	2.84 (0.56)	2.11 (0.20)	2.10 (0.26)
4. " 45 kg	4.79 (1.15)	3.56 (0.90)	3.49 (0.78)	2.25 (0.30)	2.31 (0.34)
5. " 60 kg	5.01 (1.31)	3.67 (0.88)	3.68 (1.03)	2.66 (0.43)	2.17 (0.31)

図6は全糖濃度の経時的な変化を示したものであるが、いずれの区も7月下旬まで急激に増加し、それ以降は急激に減少していった。全糖濃度は0kg区が最も高く、60kg区が最も低く推移した。

(3) 果実の全窒素、硝酸態窒素及び全糖濃度

図7は果実の全窒素と硝酸態窒素濃度の経時的な変動を示したものであるが、全窒素濃度は窒素追肥施用量による影響が少なく、各区とも3%前後の濃度で推移した。硝酸態窒素濃度も全窒素と同様に区間差はほとんど認められず、濃度も低かった。一方、全糖濃度はいずれの区も8月上旬にやや高くなって、それ以降は低下した(図8)が、区間差は不明確であった。また、図9には果実の全窒素濃度と全糖濃度の関係を示したが、両者間には弱い負の相関が認められた。

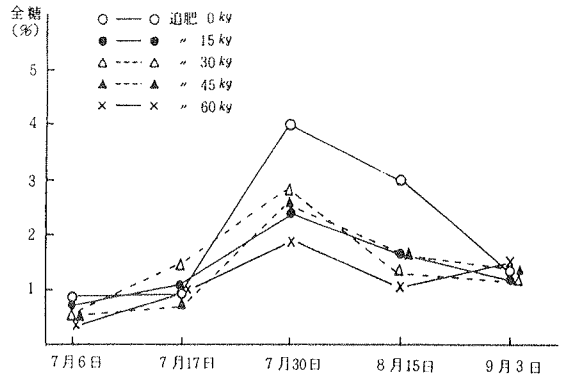


図6 茎・葉柄中の全糖濃度の推移

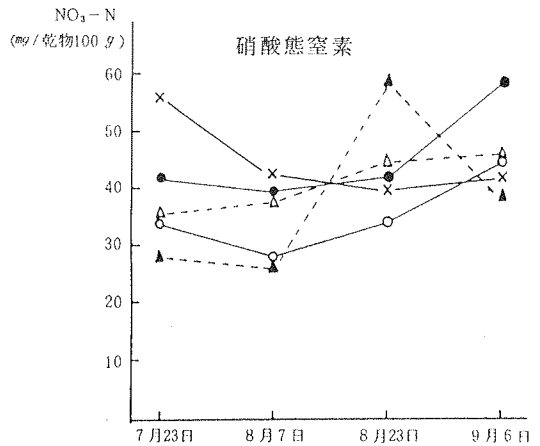
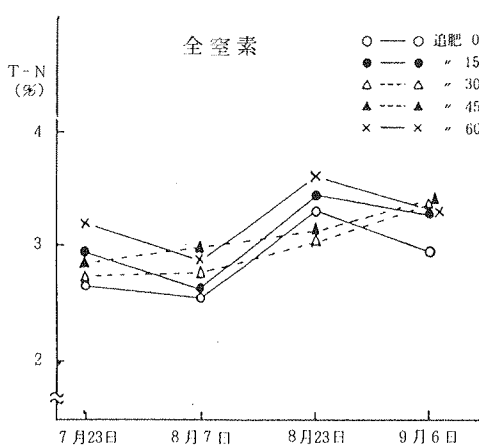


図7 果実の全窒素及び硝酸態窒素濃度の推移

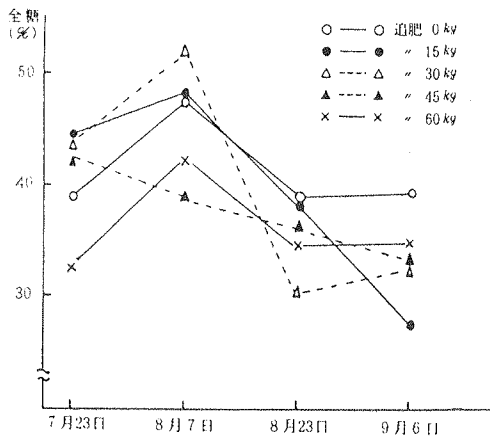


図8 果実の全糖濃度の推移

以上のような試験結果をまとめると、以下のようである。

窒素追肥施用量を増加すると葉身、茎・葉柄の全窒素濃度は高くなるが、果実の全窒素濃度の変化は認められなかった。

硝酸態窒素濃度は葉身や果実では低く、窒素追肥施用量の影響もほとんどみられなかったが、茎・葉柄では濃度が高く、しかも窒素追肥施用量が多いほど高かった。

葉身、茎・葉柄の全糖濃度は、窒素追肥施用量が多いほど低くなる傾向が認められ、特に葉身で顕著であった。果実では全糖濃度の経時的な変動は認められたが、窒素追肥施用量による影響はほとんどみられなかった。また、果実でも全窒素濃度が高くなると全糖濃度が低下する傾向がみられた。

収量は45kg > 60kg > 30kg > 15kg > 0kg区の順であった。

V 考 察

夏秋キュウリ栽培では、収穫期間が長期にわたることとあいまって、窒素に対する草姿や葉色による反応が小さいため、しばしば、窒素施用量が多くなりがちである。しかし、本試験の結果でみたように、キュウリに窒素を施用すると草姿や葉色の変化は小さいものの、体内成分は経時的に、あるいは部位によって大きく変動することが分った。また、窒素の施用によって体内の窒素濃度はもちろん、体内構成成分やエネルギーの重要な素材となる全糖の濃度が、大きく変化することは注

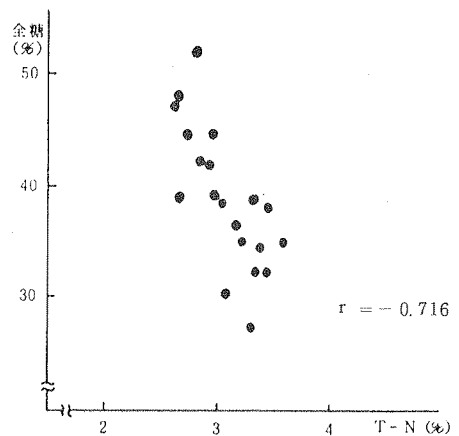


図9 果実の全窒素濃度と全糖濃度の関係

目すべきであろう。

王子らは⁵⁾ キュウリ根の硝酸還元酵素活性は、イネなどと比較すると8倍も強いと報告しているが、本試験では、茎・葉柄中の硝酸態窒素濃度が高く、しかも窒素施用量が多いとその割合も高くなる現象がみられた。これは、窒素施用量が多いと根から吸収される硝酸態窒素も多くなり、根の硝酸還元酵素だけでは十分に処理しきれないことを示唆している。また、葉身中の硝酸態窒素濃度は窒素施用量に関係なく低く、葉身中での硝酸還元酵素活性が高いことがうかがわれた。

野菜類に含まれる硝酸態窒素が、人体に及ぼす悪影響についての議論がしばしばなされてきた。しかし、野菜果実中の硝酸態窒素濃度は一般的に少ないといわれており⁶⁾、本試験でもそれがうかがわれ、しかも窒素施用量によってもほとんど影響のないことが認められた。

葉身中の全窒素濃度は、時期的に、あるいは部位によって大きく変動することが分ったが、45kg区以上で濃度がほぼ頭打ちになり、収量的にも45kgが最も多く、適正な窒素施肥量は、収量ばかりではなく葉身中の全窒素濃度からも裏付けられた。

糖が作物体内で代謝される過程では各種の酵素類や核酸類が活動するが、窒素はこれらの成分の重要な構成要素になっており、窒素が不足すると糖の代謝にも悪影響がでると考えられる。このように、窒素と糖は密接な関係がある。しかし、作物体内中の全糖濃度の経時的な変動を検討した研究はイネや小豆⁷⁾などではみられるが、野菜類ではあまりない⁸⁾。特に、窒素施用量によって作物体内の全糖濃度がどのような変化を示すかを検討した

結果はほとんどみられない。

本試験結果によると、キュウリ地上部の全糖濃度は時期的に、また部位によっても大きく変動することが認められた。しかも、窒素施用量によって葉身、茎・葉柄の濃度が大きく変化することが分った。

窒素追肥量が少ないほど全糖濃度が高くなる現象がみられ、特に、0 kg区では7月下旬まで濃度が高く、それ以降も他区に比して高濃度で推移しており、窒素含量が少ないため光合成によって得られた糖（炭水化物）を十分に代謝できないものと推察された。

このようなことから、全糖濃度を測定することによっても地上部の窒素栄養状態を判断することが可能と思われた。

VI 摘 要

夏秋キュウリに対する適正な窒素追肥量を検討するため、追肥窒素を10 aあたり0, 15, 30, 45, 60kg施用した区をつくり生育と収量をみた。また地上部の体内成分（特に、全窒素、硝酸態窒素、全糖）の経時的な変動もみた。その結果は以下のようなであった。

1. 窒素追肥量を増加すると葉身、茎・葉柄の全窒素濃度は高くなるが、果実の全窒素濃度の変化は認められなかった。
2. 硝酸態窒素濃度は葉身や果実では少なく、窒素追肥量の影響もほとんどみられなかったが、茎・葉柄では濃度が高く、しかも窒素施用量が多いほど高かった。
3. 葉身、茎・葉柄の全糖濃度は窒素追肥量が多くなるほど低下する傾向が認められ、特に葉身で顕著であった。

4. 果実では全糖濃度の経時的な変動は認められたが、窒素追肥量による影響はほとんどみられなかった。
5. 収量は窒素追肥45kg > 60kg > 30kg > 15kg > 0 kg区の順であり、夏秋キュウリに対する適正な窒素追肥施用量は10 aあたり45kg程度であった。

引用文献

- 1) 斉藤研二・榎本 優, 1986. 野菜畑における土壌管理と施肥改善に関する研究（第1報）福島県の夏秋キュウリ畑における施肥の実態及び土壌養分の動態. 福島農試報告 25: 75~90
- 2) ————・—————, 1986. 夏秋キュウリに対する窒素施用量について（第3報）追肥窒素施用量が生育・収量に及ぼす影響. 東北農業研究 39: 279~280
- 3) 作物分析法委員会編, 1975. 栽培植物分析測定法. P 233~235. 養賢堂, 東京
- 4) —————, ————, —————. P 289~290. ————, ————
- 5) 王子善清・平田正博, 1976. イネとキュウリの硝酸還元能の差異. 土肥誌 47(5): 178~182
- 6) 安田 環, 1977. 野菜の硝酸をめぐる諸問題. 野菜試研究資料 3: 1~35
- 7) 沢口正利・野村 琥, 1981. 小豆における炭水化物の消長と生育の関連. 北海道立農試集報 45: 59~69
- 8) 高橋和彦, 1970. キャベツ結球葉中の糖分の季節的変動. 園芸学会誌 39(4): 28~34

SUMMARY

This experiment carried out in 1985 was designed to determine the optimum amount of supplemental nitrogen fertilizer needed in the production of cucumbers.

The experimental plots were set up with 0, 15, 30, 45, 60 kg/10a nitrogen fertilizer and the changes of some components, such as total nitrogen, nitrate nitrogen and total sugar in cucumber plants was monitored during growing period.

The results were as follows.

1. The concentration of total nitrogen in leaf and stem of the cucumber plant augmented with increased amounts of nitrogen fertilizer but, that of total nitrogen in the fruit of the cucumber did not change.

2. The concentration of nitrate nitrogen in leaf and fruits of cucumber was low.

The effects of the supplemental nitrogen fertilizer on the concentration of nitrate nitrogen was not observed in leaf and fruits.

In stem of the cucumber, the concentration of nitrate nitrogen was ample and was found to increase with the increased application of nitrogen fertilizer.

3. The concentration of total sugar in the leaf and stem was lowered when the amount of nitrogen fertilizer was raised.

4. The concentration of total sugar in fruits fluctuated over time, however the influence of the supplemental nitrogen fertilizer on total sugar concentration in fruits was not observed.

5. The yield of cucumbers was highest in the case of 45 kg/10a. Among the plots, the yield was most productive in this order, 60 kg/10a > 30 kg/10a > 15 kg/10a > 0 kg/10a.

The optimum amount of supplemental nitrogen fertilizer to cucumber was 45 kg/10a.