

促成型長期栽培におけるイチゴ宝交早生の栄養生理に関する研究 (第1報)

窒素施肥が生育・収量・養分吸収に与える影響について

田 中 康 隆・水 田 昌 宏

Nutrio-Physiological Studies on the Variety Hokowase in the Long-Term Culture by Forcing Type. 1.

The influence of nitrogen supplied to the growth,
yield and nutritional uptake

YASUTAKA TANAKA and Masahiro MIZUTA

緒 言

近年、奈良県では、宝交早生による促成型長期栽培が、イチゴ専作農家における中心的作型として、広く定着しつつある。この新作型¹⁾は半促成用品種である宝交早生の生態反応を利用して、これを人為的に制御することにより、休眠突入を抑制しつつ、長期にわたり連続的に収穫を図る点で、他に類をみない特徴をもっている。従つて、この作型の作付体系においては、イチゴの生理生態特性を十分に把握し、既存の他作型に比べて、より一層生態反応に密着した栽培管理を行なうことが、生産安定および収量追求上、不可欠といえる。しかしながら、本県においては、栽培技術の平準化により、平均反収が飛躍的に増加したにもかかわらず、個々の栽培事例の間に明らかな収量および収量構成の差異が認められることから、諸管理技術の再点検を行ない、本作型における良品多収技術の早期確立が必要と考えられる。

本研究は、新作型として、生態利用上、他に例をみない、促成型長期栽培における、イチゴ宝交早生の栄養生理特性を明らかにし、良品多収のための栽培管理技術の確立を目的とする。

古来、イチゴの栄養生理に関する研究は、他の果菜類に比して少なく、そのほとんどが花芽分化前後の窒素栄養に関するものである。岩田ら²⁾は、窒素供給期間の差異と生育・収量の関係について、横溝³⁾は、育苗中の窒素施肥と収量について、香川⁴⁾は、窒素栄養と開花および開花数について、また、藤本⁵⁾は、花芽分化前後の窒素栄養と花芽発達の関係について、それぞれ報告し、イチゴの栄養生理における窒素の重要性を位置付けている。そこで、筆者らは、本作型におけるイチゴの生育・収量および養分吸収と窒素施肥との関係について、農家

実態より抽出した施肥体系に、二、三の処理を加えて実験した結果を報告する。

実験材料および方法

本実験は、1971年9月から、1972年5月まで、奈良県農業試験場内の圃場において実施した。

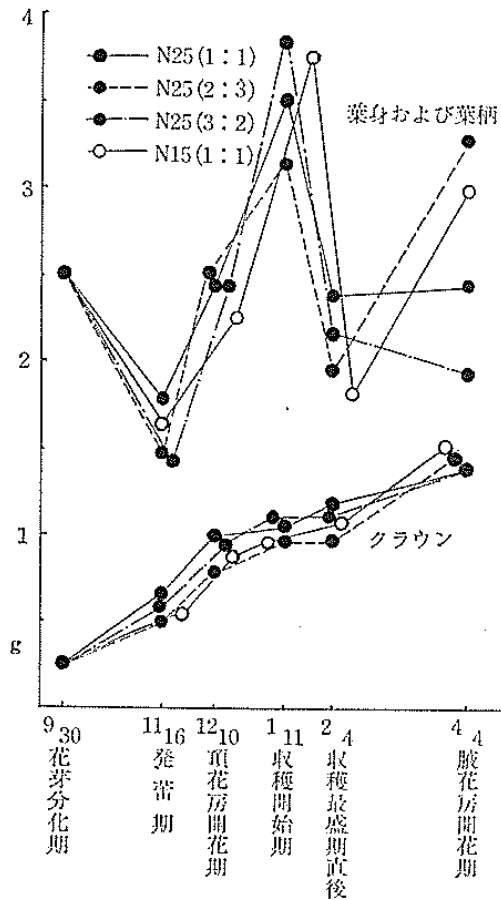
1971年7月15日から25日にかけて、親株より発生した子苗を無仮植、無施肥で9月20日まで育成し、9月21日に本圃に定植した。栽植密度は、1処理区20m²あたり200株とした。また、栽培管理は、藤本⁵⁾の提案した栽培歴に基づいて実施した。

実験は、定植前基肥と花芽分化直後の追肥の含量を、以後の追肥の含量との対比で、10aあたり全窒素施用量25kgについて(1:1)、(2:3)、(3:2)の3処理、同じく15kgについて(1:1)の1処理、合計4処理区を設けて実施した。なお、対照標準区は、N25(1:1)である。その処理内容は基肥と花芽分化直後追肥は等量ずつ、9月20日、10月11日に施用し、以後は11月30日、12月25日、2月3日、3月4日、4月6日、5月7日の6回に等量分施した。供試した肥料は、基肥が羊毛粉および棉実粕、花芽分化直後追肥が配合肥料(無機態窒素60%)、その他が尿素液肥、であつた。一方、燐酸、加里は窒素と同量とした。

分析用および調査用の植物体試料は、9月30日、11月16日(発蕾)、12月10日(頂花房開花)、1月11日(頂花房収穫開始)、2月4日(収穫最盛期直後)、4月4日(腋花房開花)、5月19日(栽培終了)の各時期に、1処理区1回につき、5~8株を採取した。

実験結果および考察

1. 生育および収量と作畦土壌の硝酸態窒素について



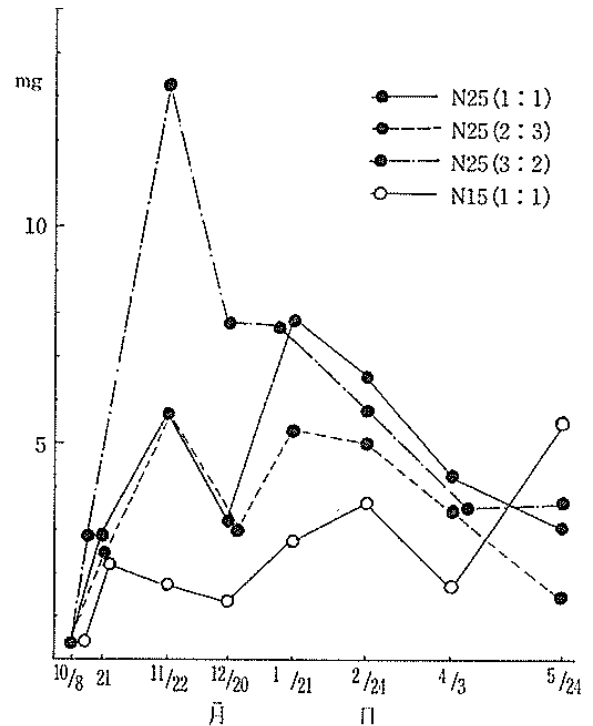
第1図 生育にともなう乾物量の変遷(1株あたり)

生育量の経時変化を、地上部の乾物重により追跡した結果、葉部においては生育時期の相違によつて著しく増減することを、また、クラウンにおいては、一時期に増加が停止する時期があることを認めた。すなわち、第1図に示したとおり、生育量の減退もしくは停止が起こるのは、果実の生産が進行し、最高に達するまでの期間にあつた。一方、逆に生育量が著しく増加する期間は、花芽分化後から頂花房の収穫が開始する時期にかけてであつた。一方、乾物重の処理区間における差異は、葉部では判然としなかつたが、クラウンにおいて N25(3:2) 区および N25(1:1) 区がやや高く経過した。なお、発蕾期における葉部乾物重の減少は、マルチング前の摘葉がやや過度に行なわれた結果と思われる。

果実収量は、全般的に低収ではあつたが、第1表に示したとおり、N25(1:1) 区が最も多く、以下、N15(1:1) 区、N25(2:3) 区の順で、N25(3:2) 区は若しく少なかつた。一方、1果 15g 以上の果実の、全収量に対する重量比は、N15(1:1) 区が33%、N25(1:1) 区が32%、N25(2:3) 区が32%、N25(3:2) 区が30%であつた。

第1表 果実収量 (1株あたり)

	前期	後期	合計	指数
N25 (1:1)	136 g	152 g	288 g	100.0
N25 (2:3)	133	142	275	95.6
N25 (3:2)	123	140	263	91.4
N15 (1:1)	140	146	286	99.3



第2図 作畦土壌の NO₃-N の消長 (深さ 0 ~ 15cm, 乾土 100g あたり)

作畦土壌の硝酸態窒素は、第2図に示したとおり、施肥後40日を経過した発蕾直後において、N25(3:2) 区では、N25(1:1) および (2:3) 区の約2倍量、N15(1:1) 区の約7倍量もの、乾土 100g あたり 13.2mg が定量された。

これは花芽分化直後追肥の10日後の10月21日に、N25(3:2) 区15.3mg、N25(1:1) 区 7.0mg、N25(2:3) 区および N15(1:1) 区 5.0mg のアンモニア態窒素が検出されたことから、分化直後追肥の影響が大きかつたと判断される。

一般に、イチゴは他の果菜類に比べて耐塩性が弱いといわれ、前田²⁾ は壤土において、乾土100g あたりの硝酸態窒素が 5~12.5mg の範囲では正常に生育するが、12.5mg を越えれば何らかの生育障害が発生し始めると報告している。一方、木村ら³⁾ は、イチゴ栽培における

問題点として、基肥窒素の過多によつて、莖葉の生育が抑制される一方、追肥窒素過多の場合は、肥料の種類や管理不良によつて過繁茂となり、いずれの場合も若しく減少するとし、広瀬⁷⁾も同様のことを報告している。

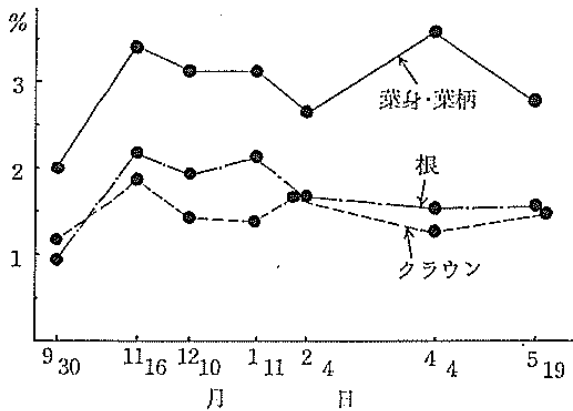
これらのことから、本実験におけるN25 (3:2) 区においては、花芽分化直後の施肥過多により、根部が障害を受け、莖葉の生育抑制と花芽の発達阻害が起こり、収量低下の原因になつたと推定される。また、本作型では、発蕾直前に、ハウス被覆および高温処理を行なうため、その直後に肥効が著しく発現すると考えられるところから、分化直後の追肥は、基肥窒素との関連から、肥料の種類、量、施肥方法について、更に検討する必要がある。本実験の結果からは、花芽分化直後から、作畦土壌において、乾土 100g あたり 7~8 mg の硝酸態窒素を維持しうる施肥体系が必要と考えられる。

2. 養分吸収と生育・収量について

(1) 窒素について

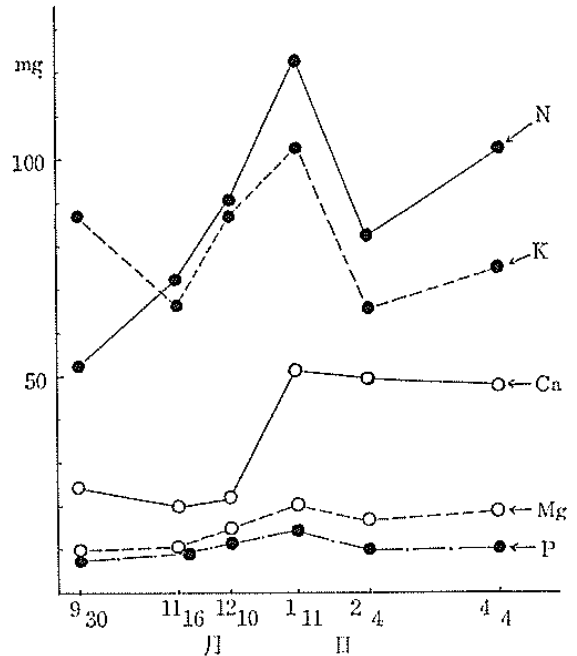
各器官の全窒素濃度は、全生育期間を通して、葉部で 2.0~3.5%、クラウンおよび根部で 1.0~2.0% であり、相対的に高濃度で維持される期間は、発蕾前後から果実収穫の始まる頃にかけてであつた。また、この時期には、第3図に示したとおり、根部の濃度がクラウンを上回る現象がみられた。一方、地上部の全窒素吸収量は、第4図に示したとおり、発蕾期においては、乾物重の低下にもかかわらず、増加が認められたが、これ以外の各生育時期においては、乾物重に比例して増減した。

以上のことから、花芽分化後、果実生産の始まるまでの期間において、窒素要求度が最も強く、また、花芽分化後発蕾期までは体内蓄積が、それ以後は、体内における各器官への分配が、主として行なわれると推定される。



第3図 生育にともなう各器官の全窒素含有率の変遷 (対乾物%)

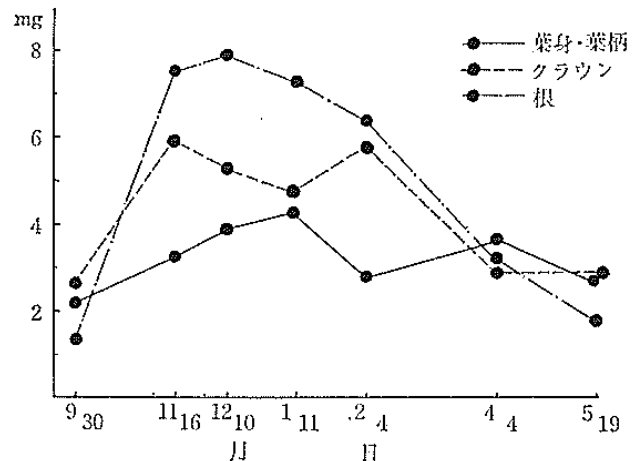
一方、発蕾期の体内濃度、および、第2表に示した収穫開始期の全窒素吸収量において、施肥の影響が認められ、いずれもN25 (3:2) がやや高い値を示した。



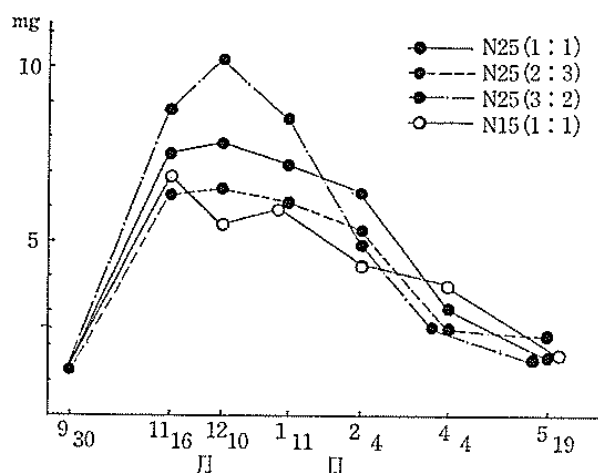
第4図 生育にともなう地上部の養分吸収量の変遷 (果実を除く、1株あたり)

第2表 1月11日 (前期収穫開始期) における地上部の全窒素吸収量 (1株あたり)

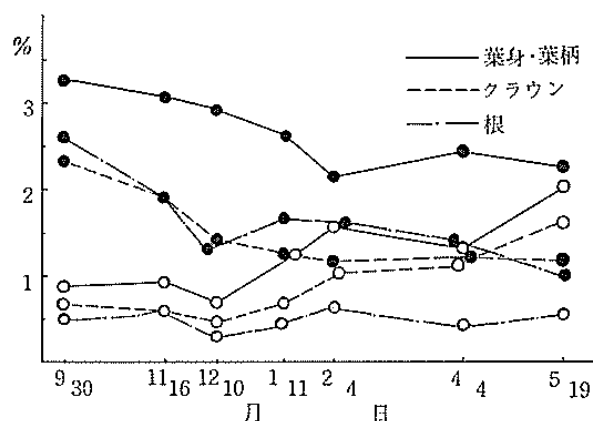
	葉身・葉柄	クラウン	合計
N25 (1:1)	108.2mg	14.4mg	122.6mg
N25 (2:3)	93.7	12.5	106.2
N25 (3:2)	123.3	17.6	140.9
N15 (1:1)	112.2mg	12.8	125.0



第5図 生育にともなう各器官の水溶性窒素の変遷 (乾物1gあたり)



第6図 生育にともなう根の水溶性窒素の変遷
 (乾物1gあたり)



第7図 生育にともなう加里およびカルシウム
 含有率の変遷
 (● 印K, ○ 印Ca)
 対乾物%

次に、水溶性窒素の体内濃度は、花芽分化期および栽培終了時では、各器官においてほぼ同濃度であったが、生育の旺盛な時期においては、根部に著しい増加が認められた。また、その濃度変化は、第5図に示したとおり、各器官において明らかに時期的ずれがあること、および、葉部とクラウンでは、負の関係にあること、が確認された。一方、施肥の影響は、第6図のとおり、根部において、明瞭に現われ、花芽分化から収穫開始時期までN25 (3:2) 区が最も高く、ついでN25 (1:1) 区、N25 (2:3) 区、N15 (1:1) 区の順で経過した。また、地上部においては、葉部およびクラウンともに、N25 (3:2) 区がやや高く、他は同程度で経過した。

これらのことから、水溶性窒素の濃度は、根部では吸肥状況を、地上部においては分配状況を表わすと考えられる。すなわち、吸肥力の旺盛な時期は、花芽分化後から発蕾、開花にかけてであり、吸肥力が最高に達する頃から、地上部の各器官において分配競争が行なわれると判断される。一方、根部の水溶性窒素の濃度は、施肥量の相違を反映し、その経時変化は地上部に対し、一定期間先行することから、より適確な栄養診断への応用が期待される。

以上、本実験の結果は、岩田⁴⁾、香川⁶⁾らの研究報告とよく一致し、花芽分化直後から頂花房の開花、果実肥大期にかけての窒素供給の重要性と、栽培全期間にわたる安定した窒素供給の重要性を確認した。

(2) 加里およびカルシウムについて

加里およびカルシウムの体内濃度は、第7図に示したとおり、加里は花芽分化以後漸減し、カルシウムは開花期以後増加する傾向を示した。また、地上部における吸

収量は、加里が生育量の増減にともなうのに対し、カルシウムは生育量とは無関係に一時期に急増し、それぞれ異なる経時変化を示した。すなわち、第4図のとおり、加里は、果実生産が進行する期間において減少し、カルシウムは、頂花房の開花とともに増加が始まり、果実の収穫が始まるころピークに達して、以後は変化しないという経過をたどった。しかし、一方、窒素施肥量、施肥方法とこれら二成分の関係は判然としなかつた。

加里の生理作用については、現在なお、不明な点が多いが、古来、炭水化物代謝、タンパク合成等に関与するといわれ、本邦においては、山下¹⁰⁾は、水稻について、生育前期の加里の減少は葉の呼吸量を増大させるが後期には逆の現象が認められたことを、杉山⁹⁾は、炭水化物の合成および解糖に関与していることを、また、岡本⁹⁾らは、サトイモの溢液の窒素成分との関係からアミノ酸の積極的移行に関与している可能性を、それぞれ報告している。一方、本実験において、全栽培期間における地上部の全窒素と澱粉含有量の増減傾向、および果実生産期における葉中の窒素含有率の減少傾向が、加里のそれと類似していたことから、上述の一連の報告と一致する点があると考えられる。

従つて、加里施肥に関しては、窒素との関連から、果実生産が始まるまで生育前半期の給肥が重要であり、また、全生育期間を通しての安全供給が必要と考えられる。

つぎに、カルシウムの生理作用については、加里と同様に不明な点が多いが、一般に光合成産物の転流律速に関与しているといわれ、古くから、Groom²⁾によつて、代謝過程で生産される有機酸の中和解毒作用が提唱された。

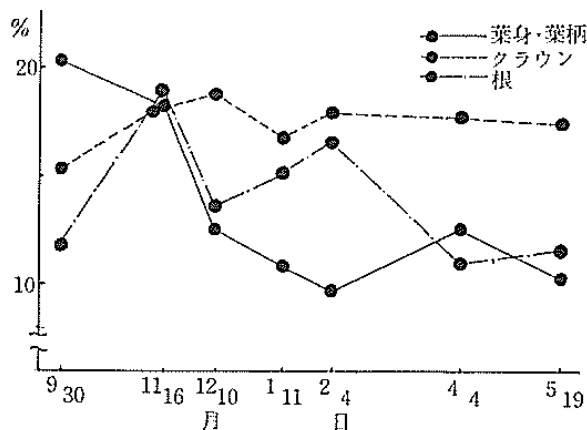
また、この説の適否は別にしても、各種作物に関する多数の研究において、同化産物の合成・転流の旺盛な一時期において、葉中のカルシウム濃度が急激に上昇すること、および、新葉よりも老化した古葉において多量に集積されていることが報告されている。この実験においても、果実の生産が進行するのにもない、葉部の窒素化合物および炭水化合物は急激に減少するが、カルシウムは、急激に多量集積する事実が認められた。このカルシウムの異常集積が、一般に株疲れ現象といわれる一カ月間の収穫中断と関係があるとするならば、後期の果実の品質低下にも何らかの影響を与えていると推察される。従つて、今後品質との関係で、カルシウムの結合形態を調べる必要があると考えられる。

(3) 燐酸およびマグネシウムについて

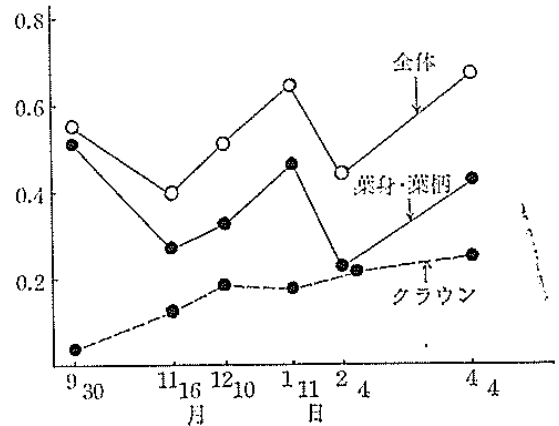
燐酸の体内濃度は、葉部が0.3%、クラウン0.25%、根0.17%程度で、生育時期による変動は認められなかつた。また、マグネシウムの体内濃度は、葉部0.45%、クラウン0.45%、根部が0.8%程度で、やはり時期別変動は認められなかつた。従つて、その吸収量は、第4図に示したとおり、生育量の増加する時期にやや高くなるものの、窒素、加里、カルシウムにみられるような特徴は確認されなかつた。

(4) 同化産物について

第8図に示したとおり、澱粉の体内濃度は、各器官において相互に関連した経時変化を示した。すなわち、花芽分化から発蕾にかけては、根部発達のための根部への移行が、発蕾から果実肥大期には、葉および根部から果実への移行が、また収穫期においては、果実への移行と再生産のための根部への移行が、それぞれ重点的に行なわれたと考えられる。一方、地上部の含有量は、第9図に示したとおり、生産量の増減と同様の経時変化を示し



第8図 生育にともなう澱粉含有率の変遷 (対乾物%)



第9図 生育にともなう地上部の澱粉含有量の変遷 (1株あたり)

た。

含有率および含有量は、窒素施肥との関連を直接的に表わさなかつたものの、根部発達、花芽発達、果実生産の各時期に各器官において、特徴的に変動を示すところから、更に詳細な増減比率、分配比率と検討することによつて、生育相の変遷を知る手段となると考えられる。

摘 要

促成型長期栽培におけるイチゴ宝交早生の栄養生理特性を解明するため、窒素施肥と生育・収量・養分吸収の関係を検討した結果は、次のとおりである。

1. 土壌中の硝酸態窒素が、花芽分化以後において、乾土 100g あたり 7—8 mg 以下で推移した場合、生育および収量が優れた。
2. 地上部の窒素吸収量は、花芽分化以後、収穫開始時期にかけて、急激に増加した。
3. 各器官の水溶性窒素の濃度は、花芽分化直後の施肥量の増加に比例して上昇した。この関係は根部において明瞭に認められた。
4. 根部における水溶性窒素の濃度変化は、地上部の各器官のそれよりも一定期間先行して現われることから、窒素吸収を予見する手段となると考えられる。
5. 地上部における加里吸収量は、量および経時変化のパターンが、窒素の場合とほぼ一致した。
6. 地上部におけるカルシウム吸収量は、果実肥大期以降において、急激に増加した。
7. 燐酸およびマグネシウムの吸収量は、著しく低く生育時期による変動が極めて少なかつた。
8. 地上部における澱粉含有量は、収穫開始期まで、急増した。また各器官における体内濃度は、各生育時期において、特徴的な変動を示した。

9. 定植時期が、降雨により著しく遅延したため、花芽分比前後の養分吸収は確認出来なかつた。

引用文献

1. 藤本幸平：1971, イチゴ室交早生の生理生態特性の解明による新作型開発に関する研究, 奈良農試研報特別報告.
2. GROOM, H.E. : 1896, *Plant Physiol.*, 10 : 91.
3. 広瀬智久：1971, イチゴの品質ならびに貯蔵性に対する施肥の影響について, 神戸大農学研報, 10—1 : 36—40.
4. 岩田正利・小崎 格：1969, 窒素供給の差異がイチゴの生育・収量に及ぼす影響について, 園学雑 38 : 23—28.
5. 香川 彰：1956, イチゴの収量構成と穂肥の時期, 農及園 31 (12) : 1671—1674.
6. 木村裕恒・渋川三郎：1968, イチゴ栽培の問題点, 農及園 43 : 1577—1581.
7. 前田正男：1968, 作物の要素欠乏・過剰症, 農山漁村文化協会編.
8. OKAMOTO, S. 1966, Effect of mineral nutrition on metabolic change induced in crop plant roots (III), *Soil Sci. Plant Nutr.*, 12 : 139—143.
9. 杉山達夫・五島善秋：1965, 炭水化物代謝におけるカリウムの生理作用, 土肥誌 36 : 317—320.
10. YAMASHITA, T. and FUJIWARA, A. : 1966, Respiration and organic acid metabolism in potassium deficient rice plant, *Plant Cell Physiol.*, 7 : 527—532.
11. 構溝 剛：1958, 促成イチゴ栽培の研究, 神奈川農試園芸分場研報 6 : 41—48.

Summary

In order to clarify the nitro-physiological characteristic of the variety HOKOWASE of strawberry in the long-term culture by forcing type, the relationship between nitrogen supply and the growth, yield, and nutrient uptake was examined. Results obtained were as follows.

1. When nitrate nitrogen in soil changed into the concentration of under 7—8 mg per 100 g of dry soil after floral differentiation, the growth and yield were superior.

2. Absorbed amount of nitrogen in the top increased abruptly after floral differentiation towards the beginning time of picking.

3. Concentration of water soluble nitrogen in each organ was elevated in proportion to the increase of nutrient amount applied immediately after floral differentiation. Such a relation was recognized clearly in the root.

4. Since the change with concentration of water soluble nitrogen in root appeared before a certain period ahead of that in each organ of top, it is considered that the change indicates the means to predict the uptake of nitrogen.

5. With respect to the uptake of potash in top, the pattern of change with amount and elapsed time corresponded nearly to that in the case of nitrogen.

6. Amount of absorbed calcium in the top increased abruptly after the thickening period of fruit.

7. Amount of absorbed phosphor and magnesium was evidently low, and the fluctuation by growth stage was very small.

8. Starch content in the top increased abruptly until the beginning time of harvesting. And, its concentration in each organ showed the characteristic fluctuation at each growth stage.

9. Since the planting time was delayed evidently by rainfall, the uptake of nutrient before and after floral differentiation could not be ascertained.