窒素供給期間の差異がイチゴの生育・収量に及ぼす影響

岩田 正利・小崎 格

(東京大学農学部)

Effects of nitrogen supplied in various growth stages on the growth and yield of strawberry

Masatoshi IWATA and Itaru KOZAKI

Faculty of Agriculture, University of
Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo

Summary

The experiment was carried out to clarify the effects of nitrogen supplied in various growth stages from the transplanting time middle in October to the termination of harvest early in July, on the growth and yield of strawberry (var. Donner) in sand culture outdoors.

The control plants supplied with nitrogen throughout all stages of growth were the highest in the number of flowers and yield of fruits.

In the plants withheld nitrogen supply after late in April or late in February, the growth of tops and roots were inferior to those of the control. Their number of flowers and yield of fruits were also less.

When plants were not supplied with nitrogen during the winter period from late in December to late in February, their number of flowers and yield

of fruits were less than those in control plants, however, their yield was the highest among other treatments except the control.

Both the number of flower clusters and of flowers decreased remarkably in the treatments withheld nitrogen supply from the transplanting time till late in December or late in February. When nitrogen was supplied afterward to the plants in these treatments, growth of tops and roots became vigorously, and runner production was also active. Although the fruit yields in these treatments were decreased due to their smaller number of flowers, their fruit set percentages, average fruit weight and soluble solid content of fruits were higher than those in the control.

露地栽培のイチゴでは秋の定植期から年内にかけてまず花芽分化が進行し、冬期の生長停止期を経て、春先の急速生長期に入り、ついで開花結実がさかんになり、それが終るとランナーが発生するようになる。このようにイチゴでは比較的明確に区別できるいくつかの生育時期を経過するので、これらの時期における窒素供給の有無が生育、収量に及ぼす影響を明らかにし、窒素施肥合理化の基礎資料として役立たせたいと考えた。

謝辞：本研究は杉山教授の指導の下に行なわれたものであり、千葉大学園芸学部の渡辺博士には苗のあつ旋を願つた。ここに深謝の意を表する。

1. 実験方法

展開葉 4~5 枚のダナー苗を、十分水洗した川砂をつめた 2 千分の 1 ワグナーポットに 1 株ずつ 10 月 10 日に定植し、戸外で砂耕した。第 1 図に示すように、定植時より実験打ち切りの 7 月 8 日までの期間を生育段階により四つに分け、窒素供給を制御し、つぎの 9 処理区を設

けた。(1) 生育全期間にわたり窒素を与えた対照区、(2) 開花盛期の 4 月 26 日より窒素を切つた区、(3) 春先の生長期に入る 2 月 24 日より窒素を切つた区、(4) 花芽分化がかなり完了したと思われる年内の 12 月 22 日より窒素を切つた区、(5) 全期間窒素を与えなかつた区、ならびに定植後窒素を与えず、(6) 12 月 22 日より、(7) 2 月 24 日より、(8) 4 月 26 日よりそれぞれ始めて窒素を与えた諸区、(9) 12 月 22 日より翌 2 月 23 日までの冬期の生長停止期間に窒素を与えず、その前後に与えた区。1 区あたり 5 ポットとしたが、その他に各区とも余分にポットを用意し、生育途中の処理替え時に 2 ポットずつ収穫し、茎葉部・根部に分けて新鮮重・乾物重を秤量後、ガニング変法により全窒素含量を定量した。

培養液はつぎの組成のものを用いた (単位ミリモル)。

+N		-N	
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	1	KH_2PO_4	1
KNO_3	5	K_2SO_4	2
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	2	$\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	2	$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	2

1968 年 8 月 9 日受理

第1図 イチゴ各処理区における窒素供給ならびに欠除期間

前記の他に Fe 1, B 0.5, Mn 0.5, Zn 0.05, Cu 0.02, Mo 0.02 ppm を両培養液に加えた。培養液の希釈には水道水を用い、pH は 6 前後に保った。培養液は 1 ポットあたり 3 l を用意し、液替えは 7~10 日ごとに行なつた。かん液は 1 日 1 回で、1 回に 1 l ずつ与えた。なお +N から -N への処理替え時には水道水で十分砂を洗い、流出液をジフェニルアミン硫酸液で調べ、 NO_3^- -N の反応のないことを確かめてから -N 液を与えた。

なお果実の灰色かび病を防除するため、砂面上に砂利を敷き、果実下面が過湿にならないようにし、また時々マンネブ剤を散布した。

開花数は開花期間中 2~3 日ごとに調査し、果実の取

穫は 1~2 日ごとに果色によつて適期を判断して行なつた。果実中の可溶性固形物含量はハンドレフракトメーターの読みで表わした。なおランナーは発生後 1~2 週ごとに基部から除去し、その本数と重量を測定した。

II. 実験結果

全期間窒素を与えた対照区では定植時より 12 月下旬にかけ葉数は 4.3 枚より 8.2 枚へと増加したが、最大葉長は 16.1 cm より 14.6 cm へと減少した。12 月下旬から 2 月下旬にかけての冬期間は下葉の枯れ込みのため葉数、最大葉長はそれぞれ 7.2 枚、7.7 cm にまで減少した。3 月上旬以後は急激な増加を示し、葉数は実験終了時

まで、最大葉長は 5 月下旬まで増加を続けた。なお、いずれの時期に窒素を切つても葉色がうすくなり、下葉は葉柄に赤味を帯び、葉身も縁から赤褐色~紫褐色になり、枯れ込んで葉数や葉長の増加程度が少なくなつた。これらの区に窒素を与えると葉色、生長速度とも比較的回復した。

つぎに各処理区の乾物重、窒素含量の時期的推移をみると、茎葉部では対照区は定植時より 2 月下旬までほとんど増加せず、春先以後急速に増加し始めた。どの生育時期から窒素を切つても乾物重、窒素含量とも対照区にくらべ減少し、その程度は早く窒素を切つた区ほど著しかつた。生育前期に窒素を与えなかつた諸区 (第 6~9

第2図 イチゴ各処理区における茎葉部の乾物重、窒素含量の推移

1. 全 期 間 + N
2. 4 月 26 日 → - N
3. 2 月 24 日 → - N
4. 12 月 22 日 → - N
5. 全 期 間 - N
6. 12 月 22 日 → + N
7. 2 月 24 日 → + N
8. 4 月 26 日 → + N
9. 12 月 22 日 → 2 月 23 日 - N

第3図 イチゴ各処理区における根部の乾物重、窒素含量の推移

区)では、以後窒素を与えると、乾物重、窒素含量とも急速に増加し、7月上旬までには対照区を追い越したが、その程度は2月下旬より窒素を与えた第7区が最も著しかった。

一方、根の乾物重、窒素含量の推移をみると対照区では定植時より12月下旬までかなり増加したが、その後乾物重は2月下旬まで増加が停滞し、以後ふたたびやや増加した。窒素含量は冬期間もゆるやかな増加の傾向を示した。生育各期に窒素を切つたり、与えたりした各区の乾物重、窒素含量の推移は茎葉部と似た傾向を示した。

各区における茎葉部ならびに根部新鮮重の時期的推移もそれぞれの乾物重と似た傾向を示した。以上のように栄養生長の面では定植時より年内にかけて、茎葉部にくらべ根部の生長が進み、以後2月下旬まで茎葉部、根部ともに生長が停止した。春先の2月下旬からは根部にくらべ茎葉部が急速に生長を始めるようになった。

実験打ち切り時の7月下旬における各区の生育状態を比較すると、生育後期に窒素を断つた諸区(第2～

5区)では、いずれの区も対照区にくらべ、葉数・最大葉長・茎葉新鮮重・根新鮮重ともに劣り、その程度は窒素を早く断つた区ほど著しかった。一方生育後期になって始めて窒素を与えた諸区(第6～8区)では、いずれも対照区よりまさる生育を示した。12月下旬より2月

第1表 イチゴ各処理区における実験終了時の生育調査(1株あたり)

処 理 区	葉数	最大葉長 cm	茎葉部 新鮮重 g	根 新鮮重 g	ランナー 発生数	ランナー 新鮮重 g
1. 全 期 間 + N	21.0	22.4	95.6	31.4	2.6	2.5
2. 4 月 26 日 より - N	11.6	20.6	42.3	24.0	4.0	6.1
3. 2 月 24 日 より - N	8.6	16.7	23.8	18.2	0	0
4. 12 月 22 日 より - N	9.8	14.6	20.5	18.0	0	0
5. 全 期 間 - N	5.6	14.8	12.0	11.0	0	0
6. 12 月 22 日 より + N	26.2	27.0	171.1	40.9	17.4	22.2
7. 2 月 24 日 より + N	33.2	27.2	232.0	45.5	22.2	37.0
8. 4 月 26 日 より + N	17.0	26.2	131.1	39.8	11.6	26.1
9. 12 月 22 日 より - N 2 月 23 日 まで	25.4	24.4	143.7	38.8	15.0	20.1

第2表 イチゴ各処理区における開花、着果、収量調査(1株あたり)

処 理 区	開花数	花房数	1 花房 あたり 開花数	着果数	着果率 %	果実 収量 g	1 個あ たり果 実重 g	果実中可 溶性固形 物含量 %	果実中 窒素含 量 %
1. 全 期 間 + N	64.4	8.6	7.5	51.2	79.5	344	7.7	7.0	2.34
2. 4 月 26 日 より - N	42.6	6.0	7.1	30.6	71.8	220	7.8	7.7	2.07
3. 2 月 24 日 より - N	40.8	6.4	6.4	28.4	69.6	178	6.5	6.0	1.81
4. 12 月 22 日 より - N	37.2	5.2	7.2	21.6	58.1	105	5.3	5.9	1.67
5. 全 期 間 - N	13.6	2.6	5.2	10.0	73.5	38	4.0	5.8	1.51
6. 12 月 22 日 より + N	24.2	4.2	5.8	23.2	95.5	202	8.9	8.1	2.23
7. 2 月 24 日 より + N	20.0	4.2	4.8	19.4	97.0	163	8.6	8.1	2.25
8. 4 月 26 日 より + N	14.0	3.0	4.7	12.2	87.1	62	5.2	7.5	1.94
9. 12 月 22 日 より - N 2 月 23 日 まで	35.4	5.0	7.1	33.0	93.2	272	8.3	7.5	2.17
L. S. D. (5%)	10.2	1.7	—	7.6	—	66	1.1	0.4	—

の収穫初期の収量も少なかった)。一方、第 6, 7 区も収穫初期には対照区と差がないが、それ以降の収量が全般的に低かった。

さらに各区の果実中窒素含量の累積増加を調べたが、果実収量のそれに平行的な関係を示していた(第 5 図)。

ちなみに対照区の実験終了時までの 1 株あたりの窒素吸収量は 1319 mg で、各部における分布割合をみると茎葉部 38%, 根部 8%, 果実 54% であった。

III. 考 察

イチゴのダナー種で最大の収量をあげるには生育全期間にわたる窒素供給の必要性が認められるが、特に定植時から年内にかけて窒素を与えないと花房数・開花数が著しく少なく収量に大きな影響を及ぼすことがわかる。この期間は窒素を与えても、まず根部がもつばら生長し、茎葉部の生長はほとんど進まないが乾物率は定植時の 20.5% から 24.1% へと増加し、糖分・でん粉などの貯蔵養分が多く蓄積する時期と思われる^(5,7)。このことが短日・低温と相まつて花芽分化と関連を持つと考えられ、本邦中部では多くの品種において 9 月下旬～10 月上旬に頂花芽の分化が開始される^(3,11)。また腋花芽の分化は 10 月中旬より開始され、11 月中旬より 12 月下旬にかけて急速に増加するといわれる^(3,4)。そこでこの花芽分化期間中に窒素の肥効を持続させ、株の栄養状態を良好に保ち、花房数・開花数を多くすることが必要である。事実この期間窒素を切ると 12 月中旬になつても葉数・乾物率は定植時とほとんど変わらず、最大葉長は 16.1 cm から 7.7 cm にまで減少しており、窒素含量はもとより、同化生産物の蓄積も少ないと思われる。MORROW ら⁽¹⁰⁾も 11 月中旬頃に葉数 7～8 枚の苗が葉 1 枚あたりの花数が多いと述べているが、本実験でもこの期間窒素を与えた区の 12 月中旬における葉数は 8.2 枚であり、与えない区では 4.8 枚であった。香川⁽³⁾もビクトリア種の鉢試験で 9 月下旬から 11 月下旬にかけての窒素追肥は開花数・着果数を増すが 12 月下旬以降の追肥はほとんど効果がないことを認め、青葉⁽¹⁾もマグリーン種の圃場試験において 9 月追肥区は基肥だけの区にくらべ栄養生長には差がないが花房数・果実収量が増加したと述べている。

しかしながら年内に窒素を与えた諸区も生育後期に窒素を切ると、春先以後の茎葉部のおう盛な生長期に窒素不足になり、葉数・葉長したがって葉面積が減少し同化生産物も少なくなると思われる。そのため開花数は比較的多いにもかかわらず、着果率が低く、1 個あたり果実重も少なく果実収量は低下した。この傾向は窒素を早く切った区ほど著しく、特に収穫後期に果実収量の減少が

明らかになった。なおここに注目すべきことはこれらの諸区と対照区との間の花房数・開花数の差である。開花数では 5 月中旬以後の開花後期に対照区の方が多く、これが果実収量の差となつて現われている。本実験では花芽分化・发育の過程を追っていないので推定にすぎないが、秋から冬にかけ分化した花芽が、その後窒素を切った区では发育を阻害され開花に至らなかったためか⁽¹¹⁾、または果重型のダナー種でも春先以後にも花芽分化することがあり、これが生育末期まで窒素を与えた対照区の開花数を多くしたのではないかと考えられるが、いずれにしても今後検討を要すると思われる。

一方、年内に窒素を与えないで生育後期に窒素を追肥すると花房数・開花数は対照区に追いつかないが、春先の 3 月上旬以後、特に茎葉部の生長量が急速に増加し 5 月下旬までには対照区をしのぐまでになった。これらの区では開花数が少ない上に、葉における同化生産物、根からの窒素吸収が多いため着果率がきわめて高く 90% 以上で、1 個あたり果実重も大となつた。しかしながら 1 株あたりの着果数が少ないため果実収量は対照区に及ばなかった。これらの区では果実中の可溶性固形物含量も高かったが、果実肥大盛期の 5 月下旬における各区の果実あたり葉数との相関を求めると $r=0.68$ でかなり高い相関関係が認められた。冬期または春先の追肥が葉面積を増し、着果率を高め、果実を大きくすることは LONG^(6,8)、TAYLOR⁽¹⁵⁾ も認めている。春先に追肥すると茎葉が繁茂し、そのためかえつて果実収量が低下するといわれることがある。しかしながらこれは前年の秋に窒素を十分与えず開花数が少ない場合に追肥すると茎葉が繁茂するのであつて、茎葉が繁茂するから果実収量が低下するのではない。全期間窒素を与えた対照区では開花・結実是最も多いが、栄養生長はかなり抑制されていた。なお生育後期になつて窒素を与えた諸区ではランナーの発生が多く、これも開花・結実と競合関係にあることがわかる。青葉⁽¹⁾も 12 月以後の窒素追肥によりランナー発生が多いことを観察している。

12 月下旬から 2 月下旬までの冬期間窒素を切った区は花房数・開花数は年内に窒素を与えたグループと変わらず、春先以後の栄養生長ならびに果実の肥大などは生育後期に窒素を与えたグループと同様で両グループの特徴を兼ねそなえた。果実収量も対照区に次いで多く、他の期間より窒素欠除の影響が少なかった。しかしながらこの期間にも窒素吸収が行なわれ、腋花芽の分化などある程度進行すると思われるので窒素不足にならない程度に供給する必要がある。

以上の結果からイチゴの収量をあげるためには、まず

花芽分化発達期間中に十分窒素を与え開花数を確保することが前提で、普通の露地栽培では基肥と年内の追肥に重点をおくことになる。以後は早めの追肥により肥効を持続させ、果実の肥大をまかなうに足る葉面積を確保すればよい。追肥がおくると葉部生長は盛んになり着果率も高く果実の肥大もよいが、開花数が少なく収量低下のおそれがある。

IV. 摘 要

イチゴ（ダナー）を戸外で砂耕し、定植時の10月10日より収穫終りの7月8日までの期間を四つに分け、窒素を与えたり、切つたりした場合、そのことが生育時期によつて生育・収量にどのような影響を与えるかを明らかにしようとした。

生育全期間にわたり窒素を与えた対照区が開花数・果実収量とも最も多かつた。4月下旬または2月下旬より窒素を切ると茎葉、根部の生育量が劣り、開花数・果実収量も劣つた。12月下旬より2月下旬までの冬期間窒素を切つても開花数・果実収量ともに劣るが、果実収量は対照区に次いで多かつた。

定植時から12月下旬または2月下旬まで窒素を与えないと花房数・開花数が著しく減少した。その後窒素を与えると茎葉、根部の生長が著しくおう盛になり、果実収量は劣るが着果率は高く、1個あたり果実重・果実中

の可溶性固形物含量も対照区よりまさつた。またランナーの発生も多かつた。

参 考 文 献

1. 青葉 高. 1954. 東北農業 7 (6) : 174—176.
2. GARDNER, V. R. 1923. Univ. Missouri Coll. Agr., Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 57 : 3—19.
3. 香川 彰. 1956. 農及園. 31 (12) : 1671—1674.
4. 川口哲男・宮下 宏. 1959. 長野農試研究集報. 2 : 211—216.
5. LONG, J. H. 1935. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 33 : 386—388.
6. ————. 1936. Ibid. 34 : 348.
7. ————. 1938. Ibid. 36 : 495—497.
8. ————. 1939. Ibid. 37 : 553—556.
9. LOREE, R. E. 1925. Michigan State Coll. Agr. & Applied Sci., Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 70 : 1—29.
10. MORROW, E. B. and G. M. DARROW. 1939. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37 : 571—573.
11. 二宮敬治・鈴木当治. 1958. 農業技術 13 (2) : 77—80.
12. SHOEMAKER, J. S. 1950. Small fruit culture pp. 178—191. The BLAKISTON Co. Philadelphia
13. 杉山直儀・川瀬 誠・阿部定夫・佐々木正三郎. 1954. 文部省科学試験研究報告 17 : 45—54.
14. TAYLOR, R. T. 1931. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 27 : 187—189.
15. ————. 1933. Ibid. 29 : 313—317.