

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3報)

三要素の施肥効果について

田中康隆・浅野 亨・水田昌宏

Nutrio-Physiological Studies on the Strawberry "HOKOWASE"
in the Early Forcing Culture. 3.
Effect of Three Elements.

Yasutaka TANAKA, Toru ASANO, and Masahiro MIZUTA

緒 言

県下の各産地において、比較的作付継続年数の長い促成栽培を中心にして、生産低下あるいは品質悪化を認める事例が最近増加する傾向にあり、イチゴの連作障害として早急な原因の解明とその対応策の確立が望まれている。

著者らは、県下の実態調査に基づいて肥培管理上の問題点の抽出を試みた結果、生産障害の発生例は多肥栽培の傾向がある地域に多く、これらの地域では養分吸収量の数倍を越える施肥が行なわれ、しかも塩類集積が予想以上に進行していること、また、障害発生地では、イチゴの栽培中に初期生育の停滞、根群発達不良、ハウス被覆後の未展開葉の黒変枯死、花芽発達不良など既報¹⁾の濃度障害に酷似した生育阻害症状が観察されているなどの事実を確認した。そして、一方においてここ数年来、ウイルスフリー株の導入、太陽熱利用による土壤消毒法の導入、さらには有機物施用など病害虫対策および土作りを柱とした生産障害回避技術が強力に推進されている実状から、イチゴ連作障害の主要因は、多肥栽培に基づく土壤中成分のアンバランスと高濃度化によって惹起されたものではないかと判断された。

著者らは既報において、イチゴの養分吸収特性を明らかにし、安定多収のためには他の果菜類に比しより一層生理生態反応に密着した肥培管理が必要であると報告した。この知見を基に、これまで標準的肥培管理方法を提唱してきたが、前述の連作障害の実態をふまえ、さらにその適正化をはかる必要があると考え、改

めて施肥効果について検討した結果を報告する。

実験材料および方法

本実験は、1973年9月から翌1974年3月まで、農業試験場内圃場で実施した。

7月13日から20日にかけて子苗を仮植し、9月11日まで育成した苗を9月12日本圃に定植して実験を開始した。なお、育苗期の施肥は、 $N \cdot P_2O_5 \cdot K_2O$ の各成分10aあたり2Kg相当量を8月3日に施用した。

実験規模は、1区10m²、栽植密度100株の2連制とし、施設内の環境管理は前報に同じく藤本¹⁾の提案した栽培暦にしたがい実施した。

処理は、三要素標準施用区、窒素無施用区、リン酸無施用区、カリ無施用区の計4処理区(以下標準-N、-P、-K区とよぶ)を設定した。なお、標準区における施肥は9月7日に基肥として N 、 P_2O_5 、 K_2O 各8Kg/10a、10月2日花芽分化確認後の追肥として N 4Kg、 P_2O_5 8.7Kg、 K_2O 11.4Kg/10a、および11月26日、12月21日、1月22日、2月25日の計4回に等量分施した追肥 N 8Kg、 P_2O_5 3.3Kg、 K_2O 4.6Kg/10aの合計 N 20Kg、 P_2O_5 20Kg、 K_2O 24Kg/10aを施用した。供試肥料は、I B化成(10-10-10)、尿素(46)、硫酸(21)、過石(17)、硫加(50)、尿素液肥(12-5-7)であった。

分析および調査に供した植物体は、9月12日(苗)9月26日(花芽分化期)、10月6日(花芽分化終了期)、11月12日(開花最盛期)、12月24日(収穫開始期)、2月14日(収穫最盛期)の計6回にわたり、1処理区1回5~10株を採取した。また、収量調査は1処

理区 150 株について実施した。

なお、実験圃場土壌の理化学性について、栽培前に分析した結果を第1表に提示した。

第1表 実験圃土壌の理化学性

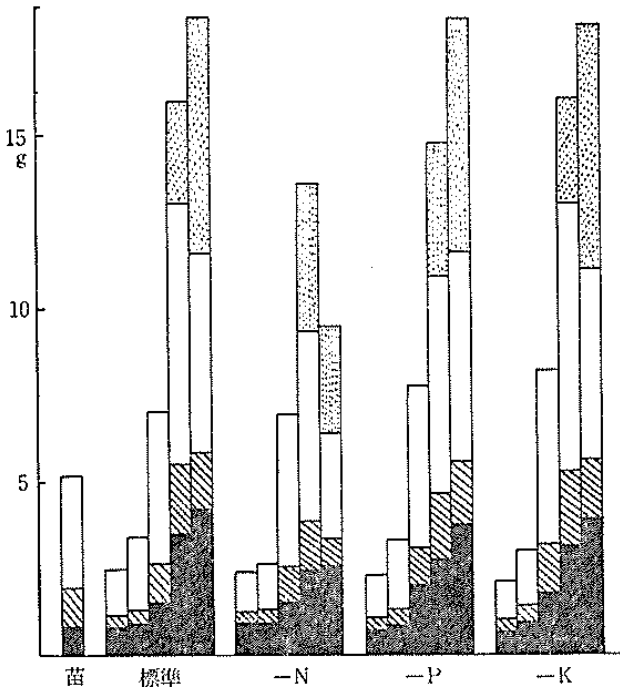
pH		T-C	T-N	C/N	CEC
H ₂ O	KCl				
5.8	5.1	1.40%	0.12%	11.7	11.8me
置換性塩基		有効態	石灰	磷酸	
CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	飽和度	吸収係数
170mg	23mg	18.6mg	58.6mg	51.4%	510

土性：沖積層壤土、灰褐色土壌・壤土マンガン型

実験結果

1. 生育経過について

生育状況を知るため、標準区の生育ステージを基に、経時的に植物体を採取し、乾物生産量を測定した。栽培期間中、地上部の乾物生産量はおおむね標準区 ≧ -K区 ≧ -P区 ≧ -N区の順で経過し、-N区を除いて処理間差は僅少であった。また、-N区では開

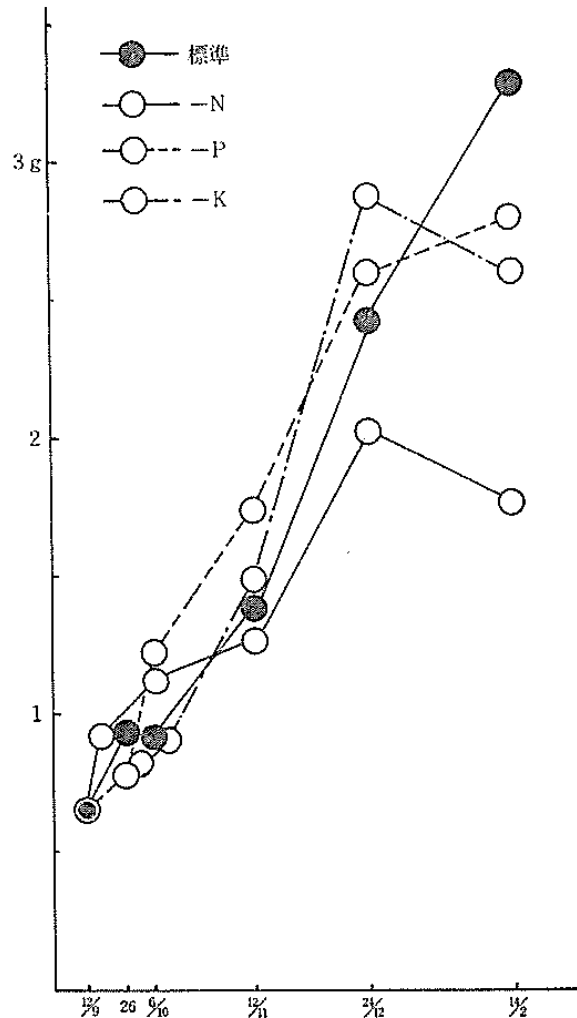


第1図 地上部乾物重の変遷

□ 葉身 ▨ 葉柄 ■ クラウン ▨ 果実、1株あたり
 苗(9月12日)、他は各処理左から9月26日(花芽分化期)、
 10月6日(分化終了期)、11月12日(開花最盛期)、12月24日
 (収穫開始期)、2月14日(収穫最盛期)に調査した。

花最盛期以後において処理効果が著しく発現し、果実生産期には他の処理区に比べ乾物重の減少率が極めて大きいことを確認した。部位別にみても、クラウンの増加率に窒素無施用の影響が顕著に認められた。これらの結果は、第1図に示したとおりであった。

根群の発達状況は第2図に示したが、これは地上部の調査時に株を中心に15cm立方の土壌中に存在した根の乾物重を測定した結果である。果実生産が開始するまでは、-Kおよび-P区が標準区の根量をしのいだり、生産の本格化とともに停滞もしくは減少する傾向を示し、その関係が逆転した。一方、-N区は、開花期以後の増加率が著しく低く、地上部と同傾向を示した。



第2図 根の乾物重の変遷(1株あたり)

したがって、乾物生産量からみると、窒素無施用は開花期以後の生育を著しく抑制するが、リン酸およびカリ無施用によって生育はほとんど影響されないといえる。

2. 果実収量について

果実の全収穫量は、各処理区ともに株あたり 300 g を越え、10aあたり 1万株換算として3トン以上という高収となった。処理別にみると、-K区が最も優れ、ついで標準区、-P区の順となり-N区が最低を示したが、標準区に対し僅か 5.7%の減収にとどまった。また、積算収量の経時変化では -N区の収穫時期が他の処理区に比し全体に約10日程度早まる傾向が認められた。

一方、1果重から3階級に分類し、全収量に対する構成比を調査した結果、商品価の高い1果10g以上の占める比率は-P区>-K区>-N区>標準区となり、上位と下位の差は約10%にも達した。

したがって、果実生産はカリ無施用の影響を全く受けず、窒素およびリン酸無施用により減収するものその減収率が著しく低いことを確認した。これらの結果は第2表のとおりであった。

第2表 収量調査結果

		処 理			
		標 準	-N	-P	-K
積算 収量	1月10日	6.5g	14.6	6.9	2.6
	31日	45.2	67.5	48.4	29.7
	2月20日	125.4	172.3	127.5	119.4
	3月10日	238.2	259.7	232.2	233.7
	25日	335.7	316.5	323.5	348.8
	指 数	100.0	94.3	96.4	103.9
収量 構成	L 級	37.5%	36.6	36.3	46.2
	M 級	24.6	26.5	33.9	24.2
	S 級	38.0	36.8	29.8	29.6

収量は1株あたり、収量構成は1果重がL級20g以上M級10~20g未満、S級10g未満である。

3. 養分吸収の経時変化について

(1) 窒素吸収

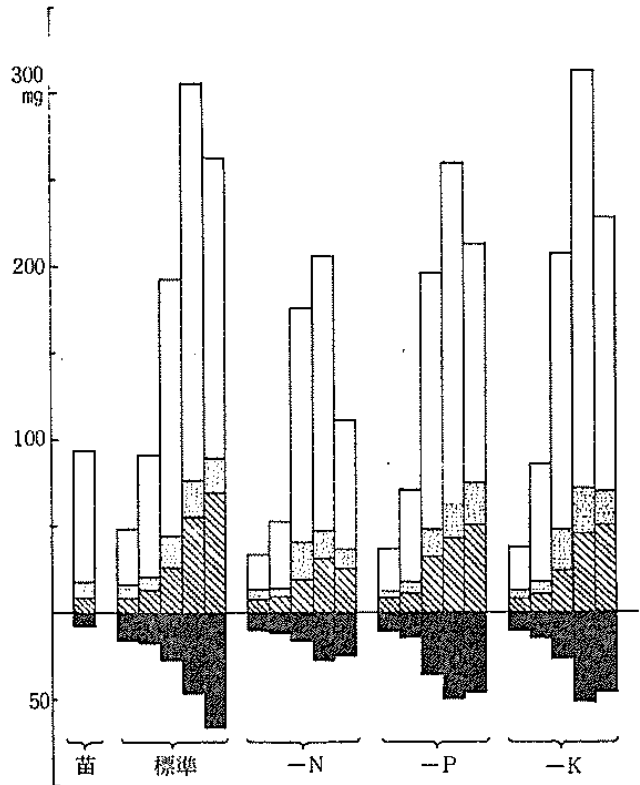
栽培期間中の植物体内の全窒素含有率は、第3表のとおり標準区に対して-N区が著しく低い値で推移した。その処理間差は根で最も大きく、ついでクラウン、葉身、葉柄の順であり、各部位ともに生育初期に大きい傾向が認められた。しかし、他の2処理区との差は判然としなかった。

窒素吸収量は、第3図のとおり栽培期間中おむね、標準区>-K区>-P区>-N区の順で経過し、-N区とともに-P区においても窒素吸収が抑えられる傾向を認めた。

第3表 植物体各部位における全窒素含有率の変遷

部 位	処 理	月		日			
		9.12	26	10.6	11.12	12.24	2.14
葉 身	標準	2.31	2.56	3.35	3.34	3.05	3.05
	-N	1.86	2.79	3.15	2.98	2.46	2.46
葉 柄	標準	0.77	1.05	1.52	1.71	1.17	1.09
	-N	0.92	1.30	1.64	1.05	0.85	0.85
クラウン	標準	1.11	1.25	1.50	1.60	1.50	1.65
	-N	0.89	1.02	1.37	1.25	1.08	1.08
根	標準	0.89	1.58	1.61	1.95	1.89	2.03
	-N	1.04	0.83	1.30	1.25	1.38	1.38

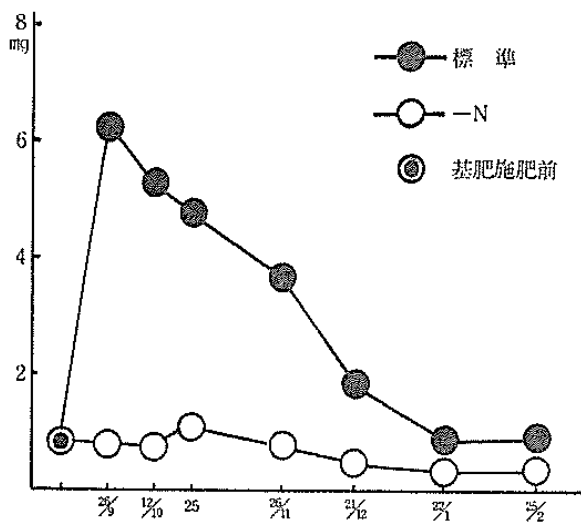
%/乾物



第3図 全窒素吸収量の変遷

□ 葉身 ▨ 葉柄 ▩ クラウン ■ 根
各処理とも左から9月26日、10月6日、11月12日、12月24日、2月14日の1株あたり

一方、作畦土壌中の無機態窒素は、標準区と-N区とでは明瞭な差異が認められ、2年連作後の窒素の残効は認められなかった。これは、第4図に示したとおりである。



第4図 作畦土壌中の無機態窒素の消長 (深0~15cm、乾土100gあたり)

(2) リン酸吸収

植物体内のリン酸含有率は、-P区が各部位において標準区を下回ったが、その低下率は他の要素に比して軽度であった。一方、標準区と他の2処理区間の差異は判然としなかった。

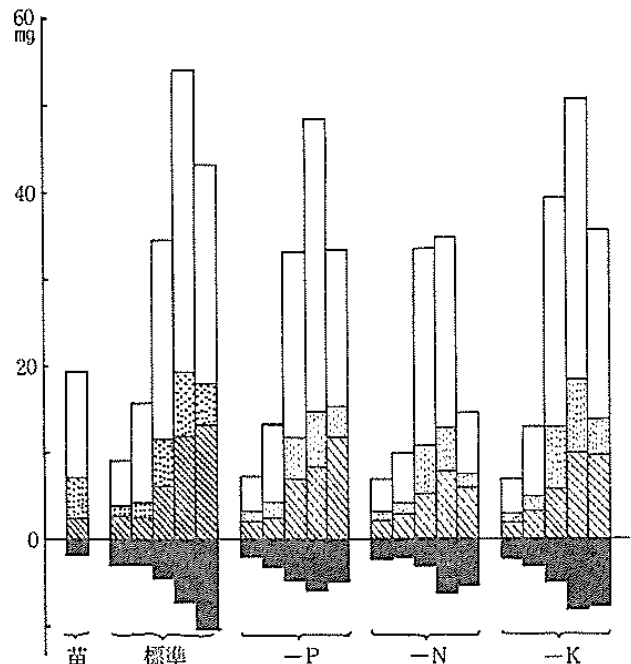
第4表 植物体各部位におけるりん酸含有率の変遷

部位	処理	月			日		
		9.12	26	10.6	11.12	12.24	2.14
葉身	標準	0.37	0.37	0.53	0.52	0.46	0.44
	-P		0.30	0.45	0.45	0.38	0.30
葉柄	標準	0.38	0.35	0.42	0.50	0.39	0.29
	-P		0.32	0.40	0.47	0.34	0.19
クラウン	標準	0.35	0.34	0.29	0.39	0.33	0.31
	-P		0.29	0.28	0.34	0.30	0.31
根	標準	0.26	0.33	0.33	0.33	0.30	0.32
	-P		0.27	0.25	0.28	0.23	0.18

%/乾物

また、その吸収量は、栽培期間中、地上部は標準区 \geq -K区 $>$ -P区 $>$ -N区 の順で経過し、前3者の処理間差が僅少であったのに対し、根では -N および -P 区が低吸収量を示した。

これらの結果は、第4表、第5図に示したとおりであった。



第5図 リン酸吸収量の変遷

1株あたり、作図は第3図に同じ

(3) カリ吸収

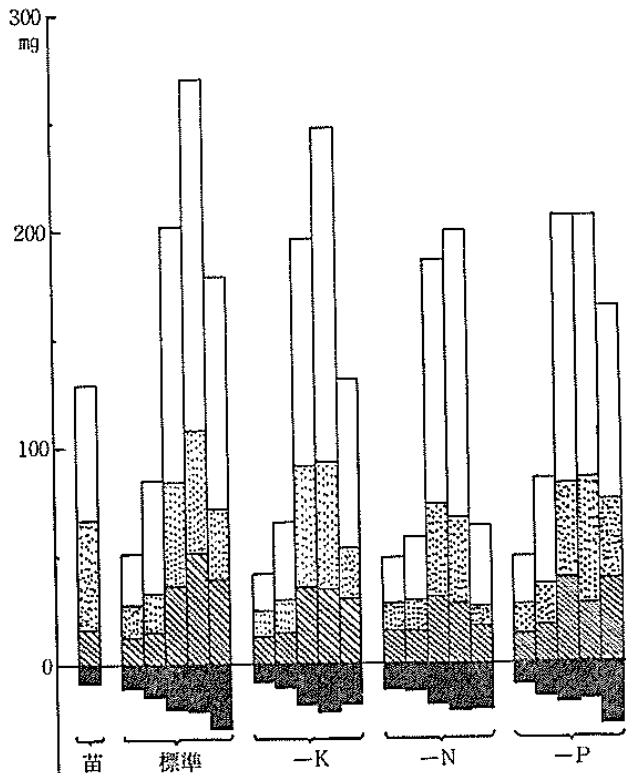
カリ含有率は、第5表のとおり、各部位間の差が大きく、しかも開花期までの生育初期において高濃度を示したが、この期間に -K 区は標準区に対して著しく低い値で経過した。しかし、-N、-P 区では、この傾向は認められなかった。

第5表 植物体各部位のカリ含有率の変遷

部位	処理	月			日		
		9.12	26	10.6	11.12	12.24	2.14
葉身	標準	1.89	1.72	2.38	2.67	2.15	1.87
	-K		1.59	2.19	2.09	2.00	1.41
葉柄	標準	4.13	4.15	4.26	4.44	2.96	1.97
	-K		3.40	3.67	3.90	2.64	1.41
クラウン	標準	2.26	1.63	1.80	2.31	1.43	0.93
	-K		1.93	1.45	2.03	1.12	0.75
根	標準	1.27	1.15	1.64	1.51	0.92	0.92
	-K		1.03	1.17	1.31	0.78	0.73

%/乾物

また、吸収量は第6図にみられるように、全般に標準区 $>$ -K区 \geq -P区 $>$ -N区 の順であったが、開花期までは -K、-N 区が他に比しやや少なく、しかも果実生産が本格化する時期に減少率が高い傾向を認めた。



第6図 加里吸収量の変遷
1株あたり、作図は第3図に同じ

(4) 石灰、苦土の吸収

石灰の含有率は、Ca で葉1.10~1.81%、葉柄 1.06~2.14%、クラウン0.73~1.22%、根0.43~0.76%の範囲で推移したが、吉処理間の差異は確認できなかった。一方、吸収量については、乾物生産量比例の処理間差を認めたとすぎなかった。

また、苦土含有率は、Mg で葉0.39~0.46%、葉柄 0.31~0.54%、クラウン0.28~0.47%、根0.48~0.77%で経時変化したが、処理間差は石灰と同傾向であった。

4. 三要素の全吸収量と利用率について

乾物生産が最高値に達した、収穫開始期12月24日の果実部を除外した全吸収量と全收穫果実の養分含量を合算して、1作栽培期間中のみかけの吸収量および肥料利用率を算出した結果は第6表のとおりであった。なお、苗の持ち込み分については、活着後摘葉を行なうため無視した。

吸収量をみると、窒素では-K区≧標準区>-P区>-N区、リン酸は標準区 ≧-K区 >-P区 ≧-N区、カリは標準区>-P区>-K区>-N区、という結果をえた。したがって、窒素無施用は窒素のみなら

第6表 吸収量および肥料利用率

成分	項目	処 理			
		標準	- N	- P	- K
N	地上部	3.064	2.091	2.599	3.123
	根	0.457	0.253	0.486	0.513
	收穫果実	6.022	4.922	5.535	5.925
	合計	9.543	7.266	8.620	9.561
	吸収増加量	2.277	0	1.354	2.295
利用率		11.339	—	6.77	11.48
P	地上部	0.540	0.348	0.385	0.507
	根	0.073	0.063	0.060	0.081
	收穫果実	1.564	1.013	1.034	1.456
	合計	2.177	1.424	1.479	2.044
	吸収増加量	0.698	-0.055	0	0.565
利用率		8.00	—	—	6.47
K	地上部	2.703	1.892	2.056	2.475
	根	0.226	0.224	0.174	0.225
	收穫果実	7.719	6.188	7.573	6.487
	合計	10.648	8.304	9.803	9.187
	吸収増加量	1.461	-0.883	0.616	0
利用率		7.33	—	3.09	—

吸収量kg/10,000株/10アール、施肥量N 20kg・P₂O₅ 20kg・K₂O 24kg/10アール、ただし、本表はすべてN・P・Kで示した

ずリン酸、カリの三要素すべてに対して著しい吸収抑制効果を示し、ついでリン酸無施用にも同様の効果を認めたが、カリ無施用では当該要素のほかリン酸吸収を弱感抑制したものの、窒素吸収には全く影響しないことを確認した。

一方、単純計算ではあるが、肥料の利用率が三要素すべてが著しく低く、10%台以下という結果をえた。これを標準区でみると、窒素は吸収量の約89%、リン酸92%、カリは約93%の実に多量を土壤の供給に依存することになる。利用率を処理間で比較すると、-N

第7表 炭水化物の経時変化

月 日	可溶性糖		澱粉		全炭水化物	
	地上部	根	地上部	根	地上部	根
9.12	434.5	20.2	289.7	54.9	724.2	75.1
26	115.9	18.9	153.7	73.4	269.6	92.3
10.66	125.6	21.2	212.9	68.9	338.5	90.1
11.12	455.9	52.4	411.0	126.7	866.9	179.1
12.24	1237.1	167.5	1065.7	295.5	2302.8	463.0
2.14	1046.8	606.8	787.2	373.3	1834.0	980.1

1株あたりグルコースmg

区は三要素すべてがゼロ、また、標準区を100とすると、-P区は窒素59、カリ42、-K区は窒素100.8、リン酸81となり、窒素についてリン酸無施用の影響が大きいことを確認した。

5. 同化産物の経時変化について

同化産物として、可溶性糖、澱粉、全炭水化物の経時変化を調べたが、部位別、処理間ともに含有率に差異は認められず、ただ、含有率が乾物生産重に比例して増減することを確認するとどまった。第7表に標準区の経時変化を示したが、他の三処理区の果実生産期の根で全炭水化物含有量の増加率がやや低い傾向を認めたものの、前述のとおり判然とはしなかった。

6. 収穫果実の無機成分と炭水化物について

第8表に示したとおり、果実中の無機成分含有率は、各無施用処理の当該要素において低下する傾向がみられた。また、炭水化物では、-N区的全糖値が低く、標準区の非還元糖率が高いことを確認した。しかし、食味、色沢、日持などに差異が確認できず、上述の結果と品質の関係についても不明であった。

第8表 果実の無機成分・炭水化物の含有率

		処 理			
		標準	-N	-P	-K
無 機 成 分	N	1.81	1.75	1.82	1.79
	P	0.47	0.36	0.34	0.44
	K	2.32	2.20	2.49	1.96
	Ca	0.51	0.54	0.54	0.54
	Mg	0.23	0.25	0.24	0.23
炭水化物	還元糖	5510	5760	6580	6290
	非還元糖	1560	630	800	780
	全 糖	7070	6390	7380	7070

無機成分は%/乾物、炭水化物は生果100g中のグルコースmg、2月14日サンプル採取分

考 察

作物の生育収量と養分吸収および施肥の関係については、これまで多数の報告があるが、その大部分は生育収量と養分吸収量の間には高い正の相関がみられるものの、施肥量と吸収量の間には一定の傾向が認められないとしている。松村ら⁴⁾は、東海近畿地域の主要な露地野菜についてとりまとめ、吸収量と収量の相関が果菜類で高く、葉根菜類で低いとし、その原因は、全生産物に占める果実あるいは収穫目的物の比率が果

菜類で高く、葉菜類で低いことによるのではないかと述べている。そして、夏作果菜の果実重に対する茎葉重比は平均4.8、また、冬作葉根菜の結球重、外葉重比は平均1.9であったとしている。本実験では、促成イチゴのそれが標準施肥条件下で6.4、-K区6.1、-P区6.8、-N区7.9であり、全生産物に対する果実の割合が極めて高く、しかも、窒素、リン酸無施用という茎葉生産が抑制される条件下においても、果実生産が僅かに数%低下するのみで、その比率は上昇するという結果をえた。したがって、イチゴは全収穫からみれば目的収穫物の生産効率が極めて高い作物であり、施肥による生産性の向上が窒素、リン酸で弱感認められるものの、他の果菜類に比較して施肥効果の極めて小さい作物といえよう。

著者らは、既報^{8,9)}の窒素を中心とした栄養生理特性に関する実験のなかで、イチゴの養分吸収量が少なく、吸肥力の旺盛な時期が生育初期の約2か月間であり、しかも養分供給の適正限界は低く、その範囲が狭いことを明らかにした。本実験においても同様の結果をうるとともに、三要素の無施用条件下において当該要素の体内含有率および吸収量が明らかに低下しても果実生産がほとんど影響を受けないことから、施肥面からみた生産効率もまた極めて高い作物と考えられる。一方、みかけの肥料利用率が他の果菜類からみて著しく低く、施肥条件下においてもなお窒素全吸収量の76%、リン酸65%、カリでは78%相当量が土壌の養分供給に依存していたことになり、いわゆる施肥効率の低い地力依存型の典型的な作物と考えられる。岡村ら^{5,6)}は、県下の半促成イチゴの栽培地において土壌調査および栽培実験を行ない、土壌窒素、全炭素、置換性カリ等の少ない圃場において生育収量が劣り、しかもこれらが比較的高い条件下では、吸収量を下回る施肥量においても多収することがあると述べている。また、小杉ら³⁾はイチゴ-水稻の輪作体系における半促成イチゴに対して有機物施用の効果を調べ、水稻時、イチゴ作付時のいずれの施用においても、無施用に対し15~20%増収するとし、有機物施用の効果が著しいことを報告している。そして、これらの報告から、イチゴの養分吸収量は作型の違いによる影響がないことも確認された。したがって、イチゴの安定多収をはかる上で多肥栽培は疑問であり、土壌のもつ潜在地力をたかめ、土壌そのものの養分供給能力を向上させることがなによりも重要であると判断される。

本実験を実施した圃場はイチゴ連作3年目にあたり

土壌の理化学性をイチゴ作付前と比較すると、置換性カリで6^{mg}、有効態リン酸44.1^{mg}が2年作付により上昇した以外に差異が認められず、塩類集積は極めて軽微といえる。したがって、著者らが創出した施肥体系は、おおむね、適正範囲内にあると判断された。

一方、果実の品質と施肥の関係について、本多ら²⁾は、土壌のECを収穫期の窒素、カリ追肥および水管理によって高め、培地の浸透圧をほぼ0.75~1.62気圧に保つことで果実中の糖含量が高められるとしている。しかし、本実験では、窒素無施用により糖含量の低下を確認したものの、果実の大果率、色沢、食味あるいは日持等に一定の傾向が確認されず、施肥と品質の関係については不明であった。

以上のことから、イチゴの生産性にあたえる施肥の効果は極めて小さく、塩類集積等の連作障害要因を排除して生産安定をはかるためには、多肥を避け、収量を上回る程度の易分解性有機物を連年供給するという、地力依存型の肥培管理体系を導入することが望ましいといえる。

摘 要

促成型長期栽培におけるイチゴの生産安定をはかるため、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. 窒素無施用により、開花期以後の乾物量が著しく低下したが、リン酸、カリ無施用にこの傾向はほとんど認められなかった。
2. 果実収量は、窒素、リン酸無施用により3~5%程度減収したが、カリ無施用の影響は全く認められなかった。
3. 肥料の利用率が三要素ともに著しく低く、全収量の窒素は89%、リン酸92%、カリでは93%が土壌の供給に依存した。

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. 本多藤雄・天野智文 1974. 野菜の品質向上に関する栄養生理学的研究. II. イチゴの収量ならびに品質に及ぼす肥料、高濃度処理、水分および光制限の影響. 野菜試研報 C1:39-40.
3. 小杉伸志・水田昌宏 1973. イチゴ半促成栽培における有機物施用に関する研究. 奈良農試研報 5:93-101.
4. 松村安治・寺島政夫・川西英之 1965. そ菜に関する土壌肥料研究集録 全購連編 159-168.
5. 岡村隆生・松本弘二・岡橋主税・辻元正 1974. イチゴ導入水田土壌の生産性について. I. 現地土壌の理化学的特性ならびに加里と苦土の相互関係. 奈良農試研報 6:44-50.
7. ——— 1977. イチゴ導入水田土壌の生産性について. II. 土壌窒素と養分吸収との関係. 奈良農試研報 8:28-34.
8. 田中康隆・水田昌宏 1974. 促成型長期栽培におけるイチゴ室交早生の栄養生理に関する研究. I. 窒素施肥が生育・収量・養分吸収に与える影響について. 奈良農試研報 6:38-43.
9. ——— 1976. 促成型長期栽培におけるイチゴ室交早生の栄養生理に関する研究. II. 基肥窒素の肥効が生育・収量・養分吸収に与える影響について. 奈良農試研報 7:31-37.

Summary

In order to stabilize product of strawberry in the longterm culture by forcing type, the relationships of fertilizer to growth, to yield and to nutrient uptake were examined. Results obtained are as follows.

1. After the blooming season the amount of dry weight decreased apparently without nitrogen application, but such tendency was scarcely recongnized when no potassium and phosphate application was made.
2. Yield of strawberry fruits showed a decrease by about 3 to 5% on account of control treatment without nitrogen application, but this effect was not at all recongnized when no potassium application was made.

3. Ratio of utilization of fertilizer was evidently low as far as each of three elements was concerned. The total absorbed quantity of strawberry depended on the soil with supply of 89% for nitrogen, 92% for phosphate and 93% for potassium.