

センキュウの栽培に関する研究 (第2報)¹⁾
生育, 収量に及ぼす施肥時期の影響²⁾

柴田敏郎^{*,a}, 熊谷健夫^b, 沢井清道^a, 畠山好雄^a

国立衛生試験所 ^a 北海道薬用植物栽培試験場, ^b 伊豆薬用植物栽培試験場

Studies on the Cultivation of *Cnidium officinale* MAKINO (Part 2)¹⁾
The Effect of Time of Fertilizer Application on the Growth and Yield²⁾

TOSHIRO SHIBATA,^{*,a} TAKEO KUMAGAI,^b KIYOMICHI SAWAI^a
and YOSHIO HATAKEYAMA^a

^a Hokkaido Experiment Station of Medicinal Plants, National Institute of Hygienic Sciences,
108 Ohashi, Nayoro-shi, Hokkaido 096, Japan

^b Izu Experiment Station of Medicinal Plants, National Institute of Hygienic Sciences,
Shimogamo, Minamiizu-cho, Kamo-gun, Shizuoka 415-03, Japan

(Received March 16, 1992)

The effects of fertilizer applied at different times on the growth and yield of rhizome of *Cnidium officinale* MAKINO were studied in the field in 1986–1991 in Hokkaido.

1. Fertilizer applied in May (within 1 month and a half after sprouting) significantly promoted the growth of daughter stocks and was the most effective for increasing rhizome yield.
2. Fertilization in July and August promoted the growth of the shoot in autumn, but it had little effect on the rhizome yield of the plant by the standard cultivation in Hokkaido where the rhizomes are usually harvested in early or mid October.
3. Apparently, nitrogen, closely related with yield, was to be absorbed into subterranean parts 2 and a half to 3 months after fertilization. This may explain why fertilization in July and August was ineffective.
4. The effect of basal dressing on their growth was observed from late April (sprouting time) in till early August.
5. From these findings, the best application program of fertilizer in Hokkaido suggested should be as follows: one half of the total yearly amount of fertilizer should be applied as the basal dressing and the other half as top dressing in May, within 1 month and a half after the sprouting.

Keywords—*Cnidium officinale*; time of fertilizer application; top dressing; yield

生薬川芎は基原植物としてセンキュウ (*Cnidium officinale* MAKINO) のみが JP. XII に収載され, 供給はすべて国内での栽培によっており, 安定した収量を得るための栽培法の確立が求められている生薬の一つである. 本種は中国原産と考えられ, 1600 年代の長崎への渡来以後各地で栽培されてきたが³⁾, 元来寒冷地型の植物のため現在北海道を中心に東北及び関東地方北部で生産されている. しかし, 収量には各生産地域間及び年次により大きな差がみられ⁴⁾, 今後生薬の安定供給をはかる上で, 肥料条件はじめ生育に関係する諸要因と収量との関係を明らかにし, その地域の栽培形態に即した栽培技術の確立が必要である. 著者の一人である畠山は名寄市において試作を行い, 最適な苗の大きさ・定植方法・種イモの消毒方法及び同地域における最適収穫時期などについて, 既に報告している¹⁾. また, 北海道立北見農試は同地域での栽培方法を検討し⁵⁾, その中で肥料条件と収量について言及し, 窒素・リン酸・カリの肥料三要素のうち窒素・カリの効果が顕著であること, 年間施用量は窒素 8~12 kg, リン酸 5 kg, カリ 10 kg/10 a が適量であることを報告している. また施肥方法として, 半量を秋の定植時に, 残り半量を翌年春に追肥として施すのが良いと報告しているがその理由は明らかでなく, また追肥時期に関しても具体的な検討がなされ

TABLE I. Effect of Time of Fertilizer Application on Dry Matter Yield (kg/6 m²) of *Cnidium officinale* MAKINO (1986)

Plots		Daughter stock	Mother stock	Total yield
A	8. May* ¹	2.99 ± 0.29 ^a	1.10 ± 0.11	4.10 ± 0.39 ^a
B	17. May	2.90 ± 0.20 ^{ab}	1.11 ± 0.10	3.95 ± 0.42 ^{ab}
C	27. May	2.78 ± 0.15 ^{abc}	1.08 ± 0.13	3.89 ± 0.20 ^{ab}
D	7. Jun.	2.75 ± 0.25 ^{abc}	1.05 ± 0.08	3.85 ± 0.33 ^{ab}
E	17. Jun.	2.75 ± 0.20 ^{abc}	1.06 ± 0.11	3.79 ± 0.22 ^{abc}
F	27. Jun.	2.63 ± 0.31 ^{cd}	1.00 ± 0.11	3.64 ± 0.43 ^{bc}
G	7. Jul.	2.70 ± 0.33 ^{bcd}	1.06 ± 0.18	3.66 ± 0.56 ^{bc}
H	17. Jul.	2.59 ± 0.24 ^{cd}	1.06 ± 0.12	3.71 ± 0.23 ^{bc}
I	28. Jul.	2.48 ± 0.24 ^{de}	0.99 ± 0.12	3.45 ± 0.34 ^{cd}
J	7. Aug.	2.33 ± 0.31 ^e	0.95 ± 0.14	3.24 ± 0.41 ^d
LSD ($p=0.05$)* ²		0.255	N. S.	0.366

Each value is mean ± standard deviation.

Values with different superscripts are significantly different from each other at 5% level according to Fisher's LSD test.

*¹ Time of fertilizer application.

*² represents least significant difference at 5% level.

N.S.: not significant at 5% level.

TABLE II. Effect of Time of Fertilizer Application on Growth of *Cnidium officinale* MAKINO (1987)

Plots		Fresh matter yield (kg/12 m ²)		
		Mean ± S.D.	Maximum	Minimum
A	8. May*	16.4 ± 1.54 ^{ab}	19.4	15.1
B	18. May	16.3 ± 1.01 ^{ab}	18.0	15.6
C	28. May	16.6 ± 1.51 ^a	18.0	13.8
D	9. Jun.	15.2 ± 0.60 ^{abc}	15.7	14.0
E	18. Jun.	15.2 ± 0.81 ^{abc}	16.3	14.1
F	29. Jun.	13.8 ± 1.52 ^{cd}	15.7	11.7
G	7. Jul.	13.8 ± 1.61 ^{cd}	16.5	11.9
H	17. Jul.	12.8 ± 1.24 ^d	14.9	11.3
I	28. Jul.	14.7 ± 1.05 ^{bc}	16.1	13.4
J	7. Aug.	14.2 ± 1.11 ^{cd}	15.8	12.7

Values with different superscripts are significantly different from each other at 5% level according to Fisher's LSD test (LSD: 0.05=1.87).

* Time of fertilizer application.

ていない。今回著者らは春から夏における施肥の影響について、1986年から1991年まで4回の圃場試験を実施し、生育及び収量に及ぼす効果、ならびにそれらの原因について、窒素・カリ含量の経時変化を含め詳細に検討したので結果を報告する。

実験材料及び方法

材料 北海道名寄市の当試験場で育成したセンキュウを用いた。

耕種概要と試験区分 1986年度；1985年10月26日に畦幅 60 cm, 株間 30 cm (5,328 株/10 a) で 10 a の圃場に定植した。試験区として、1986年5月8日から8月7日まで約10日の間隔で10区 (A～J 区, TABLE I) の施肥時期を設定した。肥料は窒素：リン酸：カリ=12：5：10 kg/10 a を施用し、各々硫酸・過リン酸石灰・硫化カリの型で所定の日に全量を施した。同年10月14日に、各試験区とも 6 m² を1区として8回反復 (計80区・480 m²) で収穫し、

TABLE III. Experimental Design (1990)

Plots	Amount of fertilizer applied (kg/10 a)											
	Bd.* ¹			Td. (30/May)* ²		Td. (17/Jul.)		Td. (3/Aug.)		Total		
	N	P	K* ³	N	K	N	K	N	K	N	P	K
A	6	6	6	1.9	1.6	2.2	1.8	1.9	1.6	12	6	11
B	6	6	6	3	2.5	3	2.5	—	—	12	6	11
C	6	6	6	6	5	—	—	—	—	12	6	11
D	6	6	6	—	—	6	5	—	—	12	6	11
E	6	6	6	3	2.5	3	2.5	3	2.5	15	6	13.5

*¹ represents basal dressing. Compound fertilizer (N:P₂O₅:K₂O=10:10:10) was supplied at the rate of 60 kg per 10 are at the time of setting (14th October, 1989).

Phosphate fertilizer was applied as only basal dressing.

*² represents top dressing. Ammonium sulfate and potassium sulfide were applied as nitrogenous fertilizer and potassium fertilizer, respectively.

*³ N: nitrogenous fertilizer, P: phosphate fertilizer (P₂O₅), K: potassium fertilizer (K₂O).

TABLE IV. Experimental Design (1991)

Plots	Amount of fertilizer applied (kg/10 a)									
	Bd.* ¹			Td. (31/May)* ²		Td. (1/Aug.)		Total		
	N	P	K* ³	N	K	N	K	N	P	K
A	6	6	6	6	5	—	—	12	6	11
B	6	6	6	6	5	3	2.5	15	6	13.5

Notes are the same as TABLE III.

Basal dressing was applied at the time of setting (5th October, 1990).

各々親イモ・子イモ⁶⁾ とに分けて水洗・乾燥したものを収量とした。1987年度；1986年10月16日に前年と同一条件で定植し、試験区 (A～J 区, TABLE II) 及び施肥条件も同一とした。10 試験区のうち 5 試験区 (A, C, E, G, I 区) について、各区区連続する10株を1987年 5 月22日から10月19日まで約10日毎に掘りとり、生育を調査した。調査後の試料のうち A・C・E 区について、地上部・地下部の全窒素・カリ (K₂O) の含有量を定量した。同年10月14日に、各試験区とも 12 m² を 1 区として 6 回反復 (計60区・720 m²) で収穫し、水洗したものを生体収量とした。1990年度；1989年10月14日に畦幅 60 cm, 株間 20 cm (8,000株/10 a) で 5 a の圃場に定植した。試験区は TABLE III に示す 5 区で、1 区 4.3 m² (36株) とし各区14反復で配置した。各区連続する 8 株を1990年 5 月16日から 9 月17日までの間に 5 回、2 回反復で掘り上げ生育を調査した。同年10月14日に 4 反復分を収穫し、水洗後蒸気で約15分間湯どうし処理した後乾燥させて重量を測定した。1991年度；1990年10月 5 日に前年と同一条件で定植した。試験区は TABLE IV に示す 2 条件を設定した。同年10月 5 日に連続する10株を 3 回反復で掘りとり生育を調査した。同年10月11日に各区 2.5 m² を 1 区として 3 回反復で収穫し、1990年度と同様の方法で調製したものを収量とした。

以上の 4 回の試験の共通条件として、定植時の種イモはベンレート粉剤で粉衣し、また基肥として中熟堆肥 2 t/10 a, 炭酸カルシウム 90 kg/10 a を定植前に全層に施した。窒素の定量は、試料 1 g に硫酸 15 ml 及びケルタブ錠を加え、330℃で約 1 時間、その後 420℃で 1 時間半分解後、冷却して分解液とし、MRK 自動式窒素/蛋白質定量装置 (三田村理研製) により定量した。カリは SPAD-SFP2 (富士平工業製)⁷⁾ による炎光光度法により、また葉面積は自動葉面積計 (AAC-400, 林電工製) にて測定した。

生育・収量調査結果の解析 一元配置法で得た結果を Fisher の分散分析法⁸⁾ に従い分散分析し、 $p < 0.05$ の場合を有意差ありとみなし、 $p < 0.05$ における最小有意差 (LSD) をもとめ解析した。

実 験 結 果

1. 施肥時期が収量に及ぼす影響

年間施肥量の全量を追肥として施した1986年度の実験における収量調査結果では、5 月施肥区の子イモ収量及び全

TABLE V. Effect of Time of Fertilizer Application on Dry Weight (g/10 plants) of Rhizome of *Cnidium officinale* MAKINO (1990)

Plots	Mean $\pm$ S.D.	Maximum	Minimum
A *	748.2 $\pm$ 77.0 ^c	836.7	672.3
B	792.7 $\pm$ 33.4 ^{b,c}	812.6	743.0
C	919.0 $\pm$ 71.9 ^a	1007.5	859.3
D	707.0 $\pm$ 25.9 ^c	742.2	681.0
E	874.5 $\pm$ 30.9 ^{ab}	907.1	835.6

Values with different superscripts are significantly different from each other at 5% level according to Fisher's LSD test (LSD: 0.05 = 82.0).

* is shown in TABLE III.

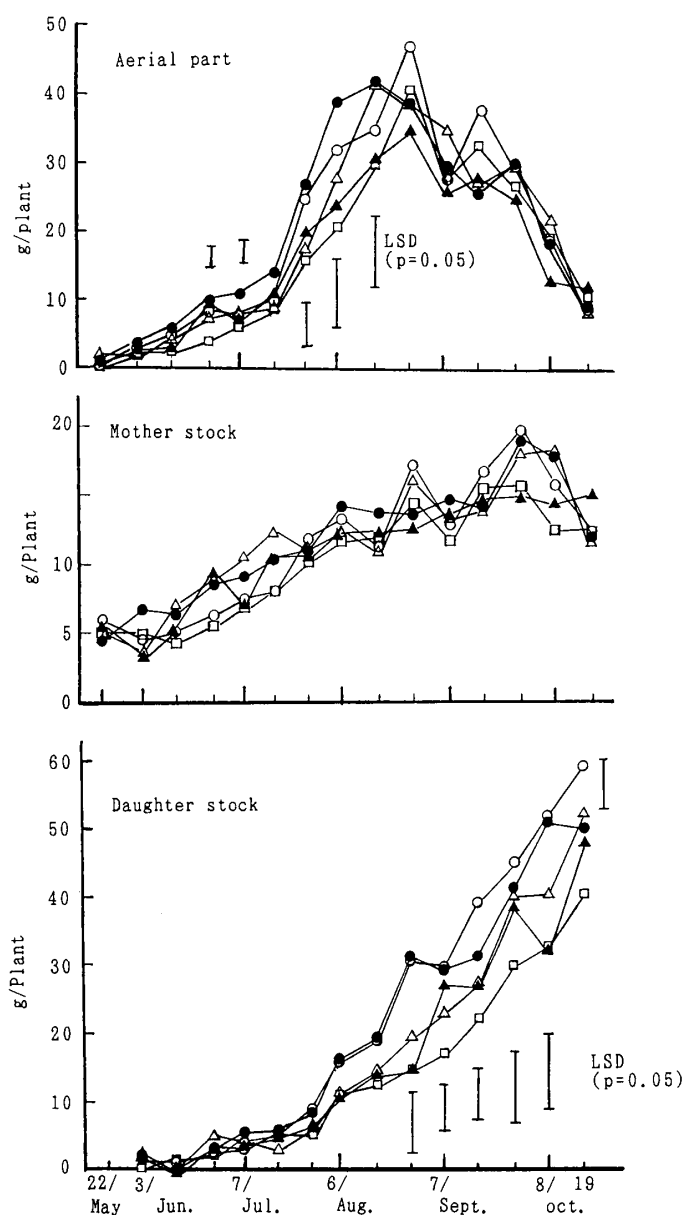


Fig. 1. Effect of Time of Fertilizer Application on Dry Weight of *Cnidium officinale* MAKINO (1987)

○ : A, ● : C, △ : E, ▲ : G, □ : I (For details, see TABLE II.)

Vertical bars represent least significant difference at 5% level according to Fisher's LSD test.

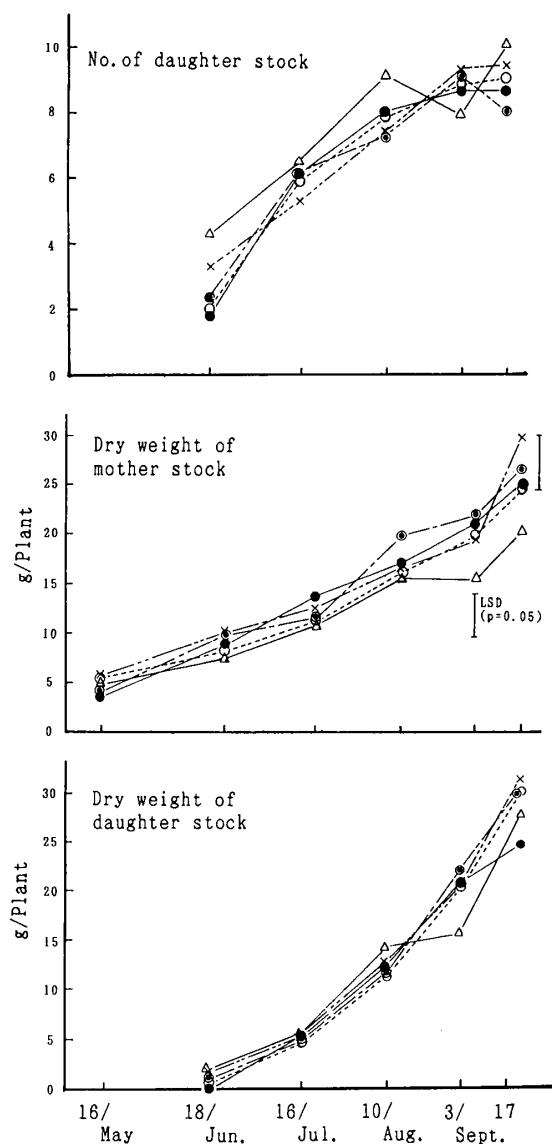


Fig. 2. Effect of Time of Fertilizer Application on Growth of Subterranean Parts of *Cnidium officinale* MAKINO (1990)

○ : A, ● : B, ⊙ : C, △ : D, × : E (For details, see TABLE III.)

Vertical bars represent least significant difference at 5% level according to Fisher's LSD test.

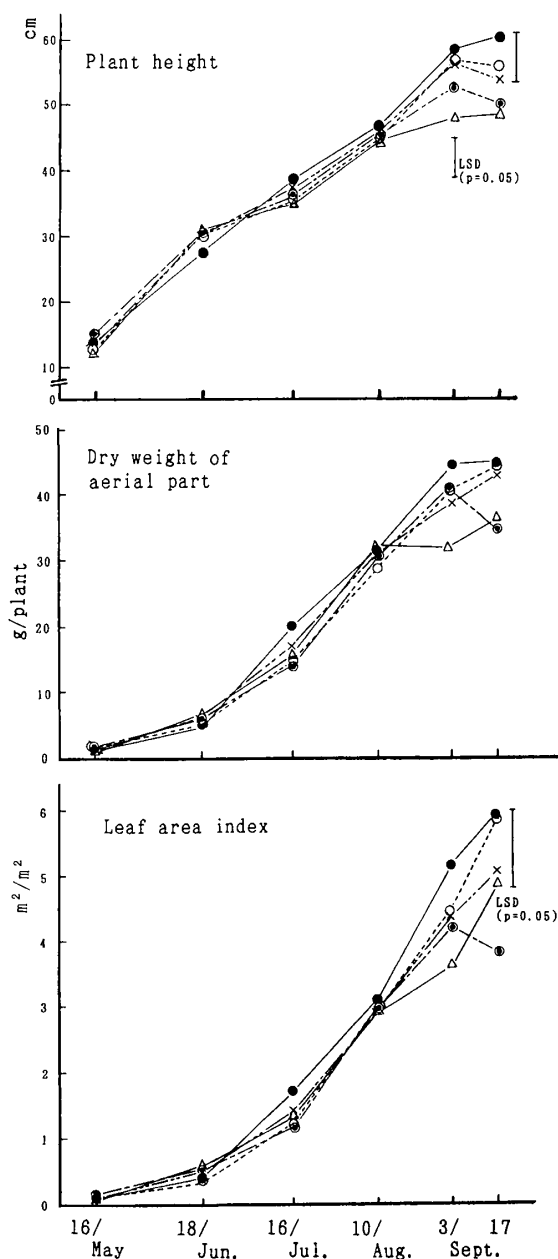


Fig. 3. Effect of Time of Fertilizer Application on Growth of Aerial Parts of *Cnidium officinale* MAKINO (1990)

○ : A, ● : B, ⊙ : C, △ : D, × : E (For details, see TABLE III.)

収量は他区より有意に高かったが、親イモ収量には差が認められなかった (TABLE I). 5月施肥区的全収量が他区より有意に高い結果は、さらに1987年度の同様の実験において再現性が確認できた (TABLE II). また年間施肥量の半量を秋の基肥として施し、残りの半量の追肥時期の影響を検討した1990年度の実験においても5月施肥区の収量が有意に高いことが認められ (TABLE V), 以上の結果から5月 (萌芽後1カ月半以内) の施肥が収量に最も効果的であることが確認された。

2. 春期施肥が生育に及ぼす影響

1987年度における各部位の乾物重の推移を Fig. 1 に示した。子イモ乾物重には8月下旬以後10月まで有意な差が認められ、5月施肥区 (A, C区) は他区に比べ高かった。また、地上部乾物重は6月下旬～8月上旬にかけて区間に有意差が認められ、5月施肥区 (A, C区) は他区に比べ高く、その影響が8月下旬以後の子イモ乾物重が高まる

TABLE VI. Effect of Fertilization on Growth of *Cnidium officinale* MAKINO (1991)

Plots*	Plant height (cm)	No. of daughter stock	Dry weight			Dry matter yield (kg/2.5 m ²)
			Aerial part (g/plant)	Daughter stock (g/plant)	Mother stock (g/plant)	
A	49.8 ± 6.83	10.2 ± 0.55	29.1 ± 6.24	35.3 ± 4.65	26.5 ± 2.37	1.53 ± 0.44
B	52.2 ± 3.94	10.1 ± 0.89	31.9 ± 7.87	36.7 ± 3.31	31.4 ± 2.40	1.58 ± 0.25

Each value is mean ± standard deviation.

* is shown in TABLE IV.

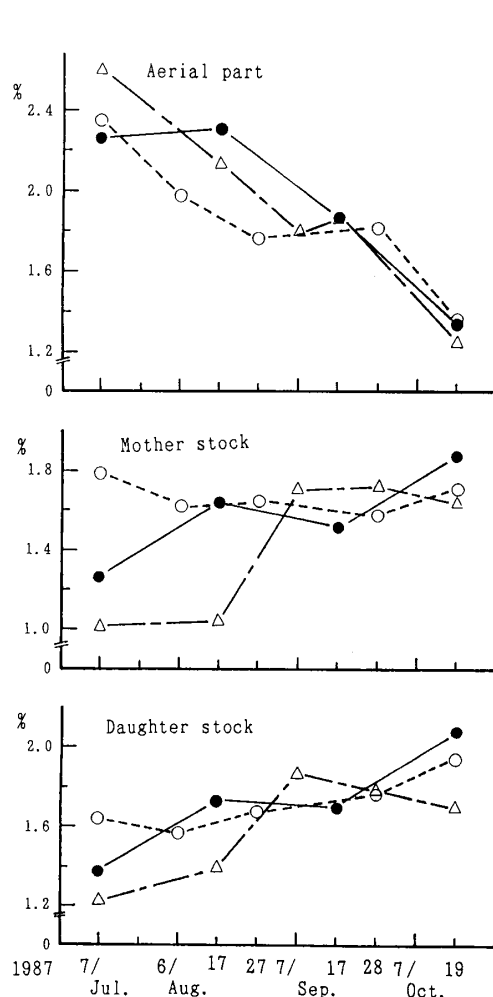


Fig. 4. Change of Nitrogen Content in Each Part of *Cnidium officinale* MAKINO Cultivated in Different Fertilizer Application (1987)
○ : A, ● : C, △ : E (For details, see TABLE II.)

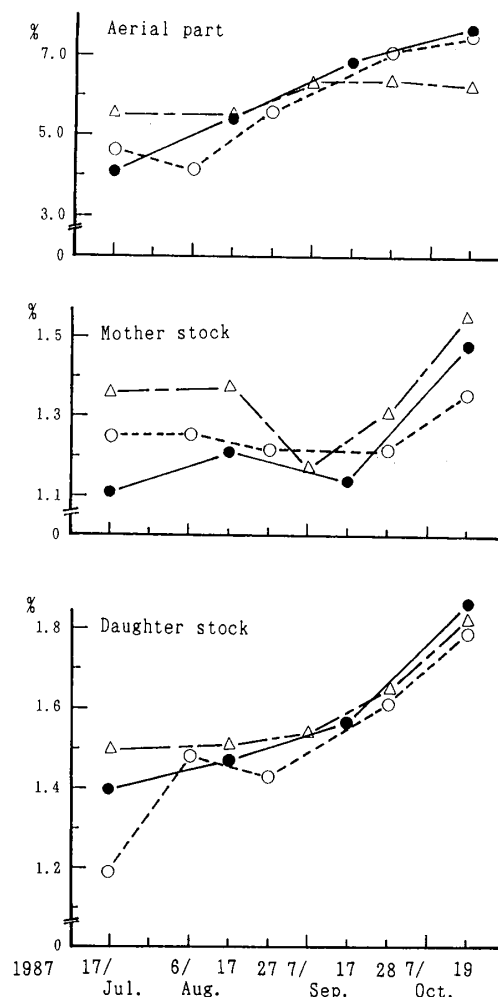


Fig. 5. Change of Potassium (K₂O) Content in Each Part of *Cnidium officinale* MAKINO Cultivated in Different Fertilizer Application (1987)
○ : A, ● : C, △ : E (For details, see TABLE II.)

結果につながったものと思われる。一方、親イモ乾物重には区間に有意な差が認められず、したがって5月施肥区における高い収量 (TABLE II) は、子イモ乾物重の増加に由来するものであり、これらの結果は1986年度の結果とも一致した。

3. 夏期施肥が生育に及ぼす影響

年間施肥量の半量を秋の基肥として施し、残り半量の施肥時期の影響を比較した1990年度の実験における、各部位の生育の推移を Fig. 2, 3 に示した。全般に8月10日までは全区に差が認められなかったが、それ以後は7月施肥区 (D区) の生育が他4区と比べ著しく劣った。また9月3日から17日にかけて、夏期に施肥をしなかったC区のみが

地上乾物重及び葉面積が低下したのに対し、夏期に施肥をしたC区以外の4区は9月中旬でも地上部の生育がなお活発に続いていた。しかし、10月における地下部乾物重を比較すると (TABLE V), C区が最高でE区がこれにつぎ、他3区は著しく劣り、秋における地上部の旺盛な生育は収穫期における地下部の乾物重には反映しなかった。

8月上旬の施肥効果を比較した1991年度の実験結果を TABLE VI に示したが、両区に有意差が認められず、収量に対する8月上旬の施肥効果は認められなかった。

4. 窒素・カリ含量の変化

1987年度における各部位の窒素・カリ (K_2O) 含有率の推移を Fig. 4, 5 に示した。窒素の含量は地上部では経時的に減少し、親イモ・子イモでは肥料施用後2カ月半から3カ月目に増加する傾向がみられた。すなわち、5月下旬に施肥したC区では8月中旬に、6月中旬に施肥したE区では9月上旬にそれぞれ含有率の増加がみられた。一方、カリは地上部に多く認められ、秋までゆるやかな増加が続き親イモでは9月上旬に一時減少した後秋にかけて急速に高まり、子イモでは9月以後急速に増加する傾向がみられた。しかし区間における含量には差は認められなかった。

考 察

1. 年間施肥量を一定にして、その全量を1回の追肥で施した場合、及び半量を基肥で施し残り半量を翌年の追肥として施した場合のいずれにおいても、5月の施肥は収量の増加に最も効果的であり、これは殊に子イモの肥大が高まることによることが判明した。一方、7・8月の追肥は秋における地上部の生育を促進したが、10月上旬～中旬に収穫する北海道の栽培形態¹⁾ではその効果が収量へはほとんど反映しなかった。また5月に施肥をせず夏に施肥した場合には著しく減収した。これらのことは、窒素が施肥後2カ月半から3カ月後に地下部に多く認められることと関連していると思われる。一般に、サツマイモの塊根肥大には窒素及びカリの肥効が高く、これは澱粉の合成酵素の活性が促進されるためであることが知られている⁹⁾。また沢畑¹⁰⁾は、サツマイモ塊根中のカリと窒素の比率 (K_2O/N) は塊根乾物重と密接な関係があり、塊根乾物重を上げる上で塊根中の窒素及びカリ濃度を高めることの重要性を指摘している。本実験において、5月の施肥では子イモの肥大成長が最も盛んになる8月中旬までに窒素は地下部に多く認められるのに対し、7～8月上旬の施肥ではそれが9月中旬～10月になり、地下部への肥効が十分現れないまま収穫期を迎えたものと考えられる。

2. 年間施肥量の半量を秋の植付け時の基肥として施した場合、残り半量の施用が5月に行われなくとも8月上旬までは生育に差は認められず、基肥の肥効は萌芽時から8月上旬まで継続することが推察された。施肥後、窒素の肥効が現れるまでの期間を考慮すると、半量を秋の植付け時に基肥として、残り半量を5月 (萌芽後1カ月以内) の追肥で施すのが本種の生育及び北海道の栽培形態に最も適した方法と考えられ、これは北見農試の報告⁵⁾を支持するものである。

3. 以上のように、収穫が10月上旬～中旬に行われる北海道においては夏の追肥は効果が認められなかったが、収穫が11月下旬以後に行われる地域においては、収量に効果が認められる可能性もあると考えられる。

引用文献及び注

- 1) 逸見誠三郎, 本間尚治郎, 畠山好雄, 衛生試報, 85, 105 (1967).
- 2) 本報告の一部は第1回薬用植物栽培技術フォーラム (筑波, 1991年7月) で発表した。講演要旨集, p. 1.
- 3) 宮崎安貞編録, 貝原楽軒刪補, 土屋喬雄校訂, “農業全書”, 岩波書店, 東京, 1977, p. 335; 大蔵永常著, 土屋喬雄校訂, “広益国産考”, 岩波書店, 東京, 1977, p. 63.
- 4) 財団法人日本特殊農産物協会, 薬用作物 (生薬) 関係資料, p. 76 (1990).
- 5) 北海道北見農業試験場, 薬用作物 (センキュウ・トウキ) の試験研究成果, p. 5 (1988).
- 6) 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課監修, “日本の特産農作物”, 地球社, 東京, 1987, p. 390; 図表中では「親イモ」「子イモ」をそれぞれ Mother stock および Daughter stock と便宜的に表現した。
- 7) 石井和夫, 農業技術, 43, 484 (1988).
- 8) 奥野忠一, 芳賀敏郎, “実験計画法”, 培風館, 東京, 1986, p. 46.
- 9) 野口弥吉監修, “農業大辞典”, 養賢堂, 東京, 1975, p. 955.
- 10) 沢畑 秀, 日作紀, 58, 290 (1989).