

## 温室メロンの窒素栄養に関する研究(第1報) : 窒素の給源とメロンの生育

花田, 勝美  
九州大学農学部附属農場

<https://doi.org/10.15017/23295>

---

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 34 (3/4), pp.67-79, 1980-07. 九州大学農学部  
バージョン :  
権利関係 :

# 温室メロンの窒素栄養に関する研究

## 第1報 窒素の給源とメロンの生育

花 田 勝 美

九州大学農学部附属農場

(1980年1月9日受理)

### Studies of Nitrogen Nutrition for Muskmelon

#### I. The Influence of the Form and the Level of Nitrogen Supplied upon the Growth of Melon

KATUMI HANADA

University Farm, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University 46-10, Fukuoka 811-23

### 緒 言

そ菜は水稲、甘藷などに比べ、生育および品質に対する窒素(N)施肥の反応が大である。水稲などでは無N指数70%前後であるのに対し、一般にそ菜では10%前後である。そのため硫酸、尿素、塩安などのアンモニア系化学肥料がそ菜栽培では多量に施用される傾向にある(山崎, 1967)。更に多くのそ菜は好石灰性の植物(松村ら, 1966)といわれ、水稲、麦類などの単子葉植物に比べ、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)などの塩基の吸収量が相対的に多い(高橋, 1974)。近年、化学肥料の多量投与によつて、土壤中に塩類が高濃度に集積し(位田, 1970)、作物の生育を阻害したり、CaやMgの欠乏症が多発して(山崎, 1967)、そ菜の生育に被害を与え、そ菜栽培農家の経営を不安定なものにしている。

一方、植物の養分吸収は培地の無機養分の供給力に強く影響されるし、また存在する要素相互の間に密接な拮抗および相助の関係があることも認められている。更に供給されるNの形態がアンモニア態( $\text{NH}_4\text{-N}$ )であるか硝酸態( $\text{NO}_3\text{-N}$ )であるかにより、カリウムイオン( $\text{K}^+$ )、カルシウムイオン( $\text{Ca}^{2+}$ )、マグネシウムイオン( $\text{Mg}^{2+}$ )などの陽イオンおよびメタリン酸イオン( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )、塩素イオン( $\text{Cl}^-$ )、硫酸イオン( $\text{SO}_4^{2-}$ )などの陰イオンの吸収が著しく影響を受けること(Barker and Maynard, 1972; Blair *et al.*, 1970; Harada *et al.*, 1968; Kirkby, 1968; Kirkby

and Mengel, 1967)も知られている。また $\text{NH}_4\text{-N}$ の高濃度の供給は植物体内にアンモニウムイオン( $\text{NH}_4^+$ )を蓄積し、植物にアンモニア障害を引き起こし(原田, 1974; Maynard *et al.*, 1966)、生育および品質が顕著に阻害されること(花田・太田, 1972)、これと対照的に硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )の吸収は作物の生育にとつて安全であるといわれている。

本研究は、温室メロン *Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naudin (メロン) が施設園芸で占める重要性に着目し、これを用いて水耕栽培により、まずNの供給濃度と供給形態がメロンの生育および体内生理に及ぼす影響を明らかにし、続いてNの供給形態とP、K、CaおよびMgの供給濃度の増大がメロンの生育および体内生理に及ぼす影響を順次明らかにしようとするものである。

ところで、植物の生育に対するNの影響はP、K、Ca、Mgなどの植物養分に比べ、上述の如く顕著である。しかしながらメロンのN栄養に関する研究は数少なく、増井ら(1960)がNの過剰施用はメロンの生育および果実の品質を著しく低下させることを報告しているにすぎない。またメロンは好硝酸性の植物であり、好石灰性ともいわれていることから、Nの供給形態および供給濃度がメロンの生育および品質に与える影響は大きいと考える。

故に本報告は温室メロンのN栄養に関する研究の第1報として、メロンの生育をNの供給形態と供給濃度の面から検討した。その結果、メロンのアンモニア障害に関して2、3の知見を得たので報告する次第

である。

## 実 験 方 法

植物の栽培期間中、 $\text{NH}_4\text{-N}$  が硝酸化成を起こさず、培地の無機養分組成、濃度および pH などが出来るだけ一定条件に保持されるよう考慮して水耕栽培を行った。

### 試験設計

N 源は  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$  の 2 種を使用して A 系列、N 系列と呼称し、それぞれの系列に N 供給濃度 4 水準を設け、合計 8 処理の試験区を設けた (第 1 表)。

第 1 表. 培養液の組成 (ppm).

N 形態	要素名				
	N	P	K	Ca	Mg
$\text{NO}_3\text{-N}$ (N 系列)	10	25	100	100	25
	50	"	"	"	"
	100	"	"	"	"
	300	"	"	"	"
$\text{NH}_4\text{-N}$ (A 系列)	10	"	"	"	"
	50	"	"	"	"
	100	"	"	"	"
	300	"	"	"	"

使用塩類:  $\text{NaNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   
 微量要素: Fe 5 ppm, Mn 2 ppm, B 2 ppm  
 Zn 0.2 ppm, Cu 0.08 ppm, Mo 0.04 ppm

### 栽培方法

57 cm × 36 cm × 13 cm の魚箱の内側に新聞紙を敷き、その内側に 0.1 mm の厚さの塩化ビニールフィルムを張り付け栽培槽とした。ふたは厚さ 2.5 cm の発泡スチロールに孔をあげ、植物は茎に綿を巻いて、それに固定した。培養液は 1 槽当り 20 l を使用し、その更新は中 1 日置き、pH は 1N-硫酸または 1N-苛性ソーダを用いて 5.5~6.0 に調節、毎日 10, 13, 17 時の 3 回矯正した。通気は養魚用エアープンプを用いて行つた。

### 栽培植物

温室メロン Earl's Favourite の夏系品種、丸西 3 号を砂床に播種、双葉展開後上記栽培槽に移植、10~14 日後節間伸長開始直前の本葉 3 枚展開時に処理を開始した。メロンの栽培はすべてビニールハウスの中で行つた。

### 分析方法

生育調査および分析用試料の採取は処理開始後 5 日

目に第 1 回、10 日目に第 2 回を行つた。本報告では第 2 回目の分析結果をもとに論ずる。分析用試料は採取後直ちに蒸留水にて洗滌、70°C で迅速に通気乾燥を行い以下の分析に供した。

全窒素 (T-N); セミマイクロケルダール法

P, K, ナトリウム (Na), Ca および Mg の定量は試料 0.5 g を 500°C で灰化、ケイ酸分離したる液について、P はモリブデン青による比色法、K, Na は炎光々度法、Ca, Mg は原子吸光分光々度法にて行つた。

$\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$  および水溶性有機態 N の抽出は試料 1 g に蒸留水 25 ml を加え、80~83°C で 15 分間行い、これを 3 回繰返した。

$\text{NH}_4\text{-N}$ ; コンウェイの微量拡散法

$\text{NO}_3\text{-N}$ ; フェノールスルホン酸比色法

水溶性有機態 N; セミマイクロケルダール法

遊離アミノ酸およびアミドは試料 0.5 g を 80% エチルアルコール 50 ml で 50°C 1 時間抽出を行い、これを 3 回繰返し、濃縮後ジクロロルメタンにて脱色素を行つた。更に試料は再度濃縮乾固後 pH 2.2 クエン酸緩衝液に溶解し、アミノ酸自動分析計により定量を行つた。ただしグルタミンとアスパラギンの両アミドの含量は脱色素した試料溶液に 2N-塩酸を 1:1 の割合に加え、1 時間湯浴中で煮沸することにより、アミド態 N を加水分解し、グルタミン酸とアスパラギン酸に変換させ定量した値から、加水分解前のそれぞれの定量値を差引きして算出した。またスレオニンとセリンは加水分解処理した試料のクロマトグラムから定量した。

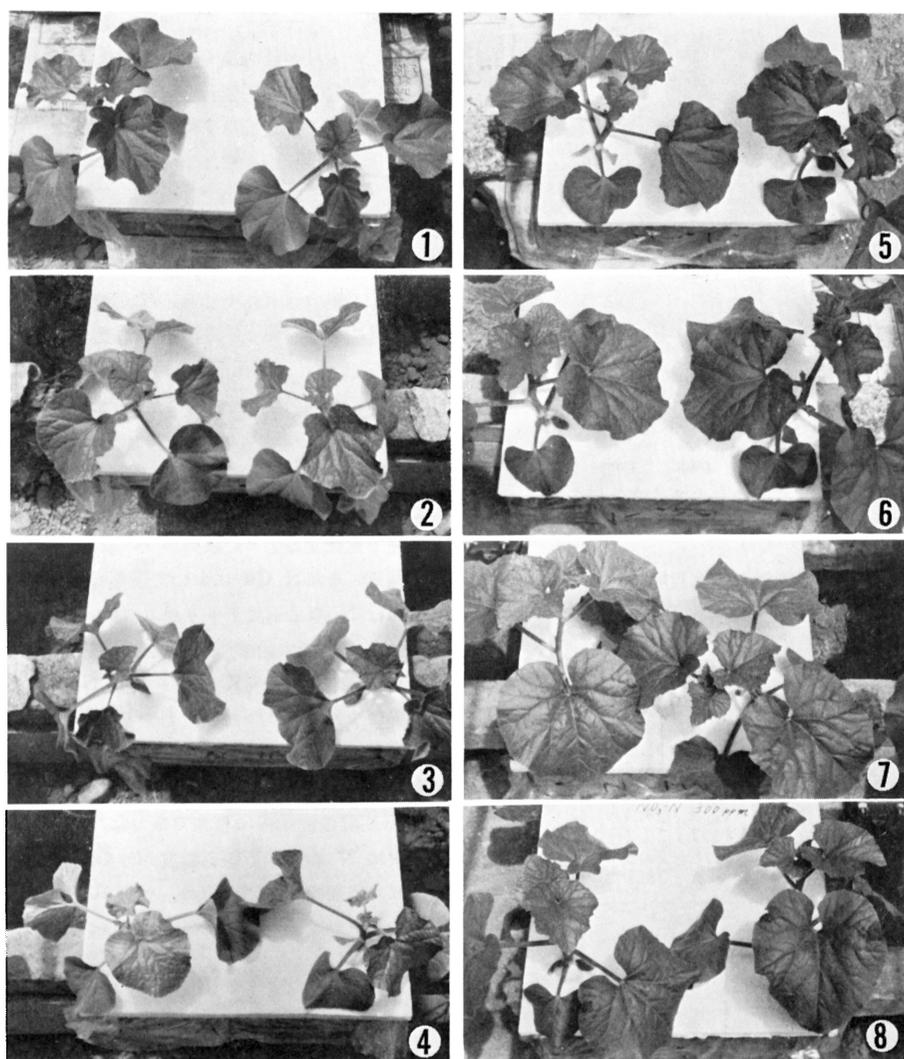
Ca および Mg の形態別分画は太田ら (1970) の方法により、試料 1 g を 80% エチルアルコール、水、1N-塩化ナトリウム、2% 酢酸、0.6N-塩酸の順に各溶液 50 ml での抽出をそれぞれに 3 回繰返し、各分画を  $F_{\text{alc}}$ 、 $F_{\text{H}_2\text{O}}$ 、 $F_{\text{NaCl}}$ 、 $F_{\text{ace}}$  および  $F_{\text{HCl}}$  とした。抽出液は硝酸と過酸化水素により有機物を分解後、原子吸光分光々度法により定量した。

糖類は試料 0.5 g について 80% エチルアルコール 50 ml で、100°C 1 時間の抽出を 3 回繰返し、粗澱粉は 0.7N-塩酸 50 ml で 2.5 時間加水分解を行い、それぞれの抽出液は除蛋白後ソモジイ法により定量した。

## 実 験 結 果

### 1) 生育状況と生育調査

第 1—1~8 図は処理開始後 10 日目の生育状況で



第 1 図. N の供給形態および濃度とメロンの生育 (処理 10 日目).

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 : $\text{NH}_4\text{-N}$ 10 ppm  | 5 : $\text{NO}_3\text{-N}$ 10 ppm  |
| 2 : $\text{NH}_4\text{-N}$ 50 ppm  | 6 : $\text{NO}_3\text{-N}$ 50 ppm  |
| 3 : $\text{NH}_4\text{-N}$ 100 ppm | 7 : $\text{NO}_3\text{-N}$ 100 ppm |
| 4 : $\text{NH}_4\text{-N}$ 300 ppm | 8 : $\text{NO}_3\text{-N}$ 300 ppm |

ある. N 欠乏症は  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 10 ppm 区では処理開始後 4 日目,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , 10 ppm では 6 日目に現われ, その他の処理区では認められなかった. A 系列の 50 ppm 以上の区では処理開始後 3 日目から第 3, 4 葉の上位葉の葉内部にしわがより, 杯状に内側に巻き気味になった. 晴れた日には, 葉は萎凋し, 葉柄は下方に弓状に湾曲下垂した. これらの症状は  $\text{NH}_4\text{-N}$  の供給濃度の上昇と日時の経過に平行して激化した. 葉色は A 系列では, 草叢全体が濃緑色で硬化して芯止り

の傾向があり, その中でも  $\text{A}_{300}$  区は 8 日目ごろから, 上位葉がクロロシスを生じ, ネクロシスも伴って 10 日目には枯死寸前の状態になった. 更に A 系列の根は N 系列のものに比較して短く, 褐色味を帯び木化が早く, 屈曲多く分岐根も 1 cm 以下で伸長せず, 新根の出もほとんど認められなかった (第 2 図).

生育調査の結果は第 2 表のとおりである. A 系列は展開葉数にみられる生育速度の遅れ, 茎長, 茎葉重, 根長にみられる生育量ともに N 系列にはるかにおよ



NO<sub>3</sub>-N 100 ppm   NH<sub>4</sub>-N 10 ppm   NH<sub>4</sub>-N 100 ppm   NH<sub>4</sub>-N 300 ppm

第2図. Nの供給形態および濃度と根の生育 (処理後10日目).

第2表. Nの供給形態および濃度とメロンの生育.

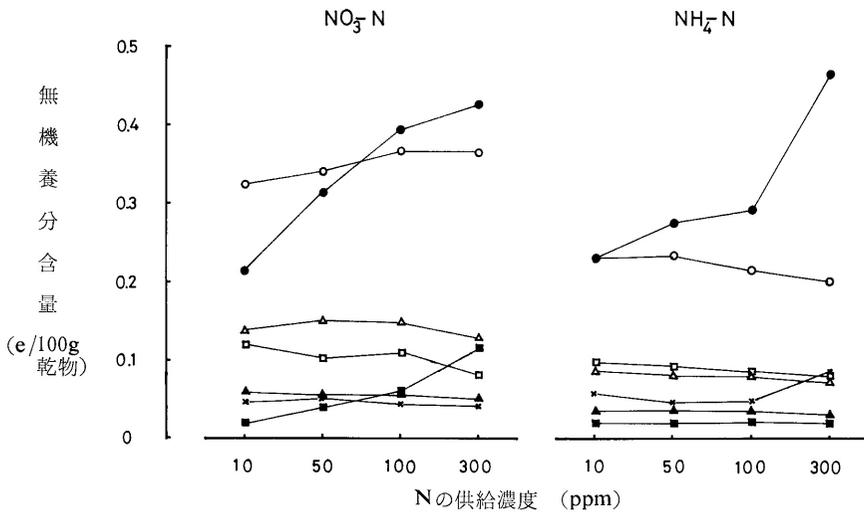
Nの形態 および濃度	調査項目	展開 葉数 (枚)	茎長 (cm)	茎葉生	根長	根
				体 重 (g/ 個体)		生 体 重 (g/ 個体)
NO <sub>3</sub> -N	10	6	14.9	35.7	57	17.2
	50	7	19.9	48.2	50	21.0
	100	7	20.7	51.8	49	22.9
	300	7	18.5	54.3	45	19.1
NH <sub>4</sub> -N	10	6	12.9	29.4	47	19.2
	50	6	11.7	29.2	46	18.4
	100	6	11.6	27.9	37	14.0
	300	4	8.6	26.1	37	11.4

ばなかつた。A 系列では、N 欠乏症が認められた A<sub>10</sub> 区の生育が最も良く、供給濃度の高い程劣つた。

2) 無機養分の含量と吸収量

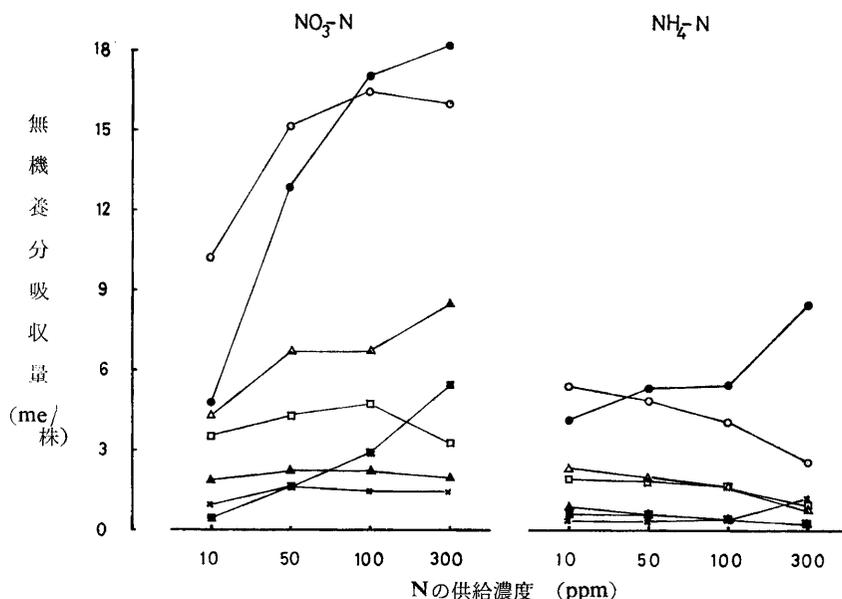
無機養分の含量は第3図に示したとおりである。N の含量は両系列ともに、培養液の N 濃度の上昇につれて高まつた。その中で N 欠乏症が現われた N<sub>10</sub>、A<sub>10</sub> の両区はそれぞれの系列中で最低の 0.214 e/100 g、0.229 e/100 g を示した。また A<sub>300</sub> 区は生育が著しく阻害されたために、N が濃縮され、全処理区中で最高の 0.463 e/100 g を示した。P は系列間、系列内を問わず、処理間にほとんど差がなく 0.046~0.081 e/100 g の範囲であつた。ただ N 含量の異常に高い A<sub>300</sub> 区で 0.081 e/100 g と最も高い値を示した。K、Ca、Mg 含量は同一系列内では、N 濃度の上昇するにつれ、幾分減少する傾向が認められた。系列間で比較すると N 系列が A 系列よりも、いずれも高く、それは Ca において最も特徴的であつた。N 系列は N 源に硝酸ナトリウム (NaNO<sub>3</sub>) を使用した関係上、N の供給濃度の増大とともに Na 含量が上昇し、総塩基含量 (K+Ca+Mg+Na) も N 濃度の上昇につれて高まつたが、しかし A 系列では逆に低下した。その変動幅は 0.05 e/100 g と僅少であつた。一方 N 系列と A 系列間の差は約 0.10 e/100 g で、A 系列間の変動幅より大であつた。

次に N の供給形態と濃度が他の無機養分の吸収に及ぼす影響を検討するため、処理 10 日間の各無機養



第3図. Nの供給形態および濃度と無機養分含量.

●: N   □: K   △: Ca   ×: P  
○: K+Ca+Mg+Na   ■: Na   ▲: Mg



第 4 図. N の供給形態および濃度と無機養分吸収量.

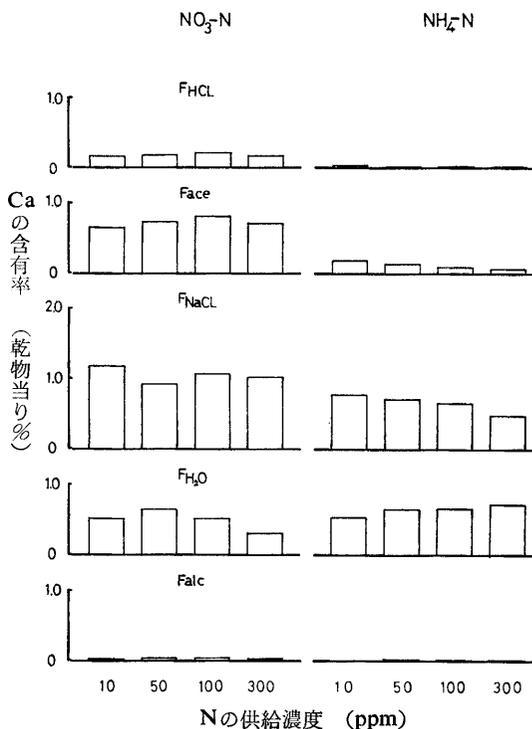
●: N    □: K    △: Ca    ×: P  
○: K+Ca+Mg+Na    ■: Na    ▲: Mg

分の吸収量を第 4 図に示した. N の吸収量は両系列ともに N 濃度の上昇につれて, N 系列は 顕著に増加したのに反し, A 系列は緩慢で, A 系列中最高の A<sub>300</sub> 区でも N<sub>300</sub> 区の 1/2 以下の低い値しか示さなかった. Ca, K の吸収量は N 系列では, N<sub>300</sub> 区の K を例外として増加したが, A 系列では対照的に減少する傾向を示した. 同様の傾向は N 系列では総塩基の吸収を相助的に促進したのに対し, A 系列では吸収を拮抗的に抑制した. N<sub>300</sub> 区において K の吸収量が減少したことは Na との拮抗によるものと考えられる.

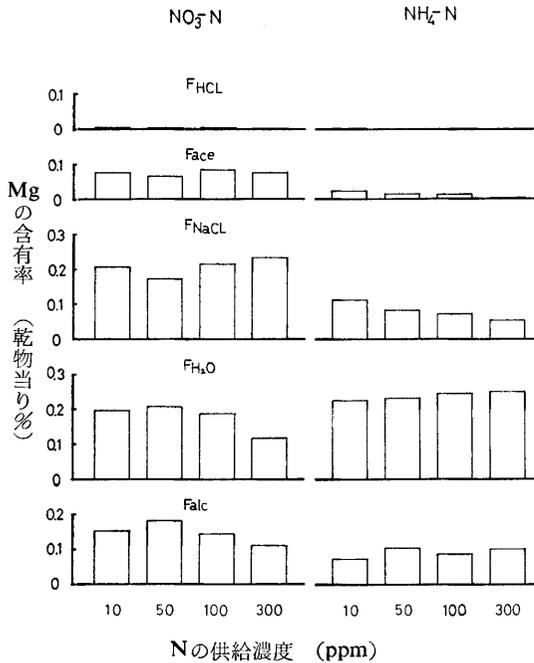
### 3) Ca, Mg の形態別分画

植物体内の無機養分含量および吸収量の分析の結果, A 系列は K, Ca, Mg, Na などの塩基の吸収が著しく抑制されることが明らかになった. 特にその傾向の大きい Ca と Mg について形態別分画を行った結果を第 5, 6 図に示した.

植物体内の Ca, Mg は前記した 5 種類の抽出剤で逐次抽出することにより, ほぼ 100% 回収された. Ca の形態別分画の大小関係は供給される N の形態で異なり, N 系列では F<sub>NaCl</sub> > F<sub>ace</sub> > F<sub>H<sub>2</sub>O</sub> > F<sub>HCl</sub> > F<sub>aic</sub>, A 系列では F<sub>NaCl</sub> > F<sub>H<sub>2</sub>O</sub> > F<sub>ace</sub> > F<sub>HCl</sub> > F<sub>aic</sub> の順に低くなる傾向が認められた. 量的な比較をすると F<sub>NaCl</sub>, F<sub>ace</sub>, F<sub>HCl</sub> の 3 分画で A 系列のものは N 系列のもの



第 5 図. N の供給形態および濃度と Ca の形態別分画.



第6図. Nの供給形態および濃度とMgの形態別分画.

のに比べ著しく低い. 更にNH<sub>4</sub>-Nの蓄積量が多いもの程, この3分画のCa含量は減少した. それに反しF<sub>H<sub>2</sub>O</sub>画分のCa含量はN系列のものより高く, NH<sub>4</sub>-Nの蓄積量の多いもの程高かった. 一方N系列のものでは, F<sub>H<sub>2</sub>O</sub>画分のCaがNO<sub>3</sub>-N供給量の高い場合幾分減少した以外, 処理間に大きな差は認められなかった. F<sub>NaCl</sub>画分は蛋白質の塩, F<sub>ace</sub>はペクチン酸塩の形態のCaといわれており, これらの両形態のCaは硝酸塩, 塩化物を主体とした無機塩のF<sub>alc</sub>, 水溶性の有機酸の塩であるF<sub>H<sub>2</sub>O</sub>および修酸の塩であるF<sub>HCl</sub>の3画分のCaに比べて生理的, 代謝的に植物の生育上重要な役割を担っていると考えられる.

MgはN系列ではF<sub>NaCl</sub>画分に最も多くF<sub>NaCl</sub>>F<sub>H<sub>2</sub>O</sub>>F<sub>alc</sub>>F<sub>ace</sub>>F<sub>HCl</sub>の順に, A系列ではF<sub>H<sub>2</sub>O</sub>画分に最も多くF<sub>H<sub>2</sub>O</sub>>F<sub>NaCl</sub>≒F<sub>alc</sub>>F<sub>ace</sub>>F<sub>HCl</sub>の順に低く, Caの場合と同様にその大小関係はNの供給形態により異つた. 量的な比較をするとA系列では, Caの場合と同様にF<sub>NaCl</sub>, F<sub>ace</sub>, F<sub>HCl</sub>の3分画のMgの含量は減少した. F<sub>H<sub>2</sub>O</sub>のみはN系列より高く, NH<sub>4</sub>-Nの蓄積量の増大とともに増加した. F<sub>alc</sub>は葉緑素態および無機態, F<sub>H<sub>2</sub>O</sub>はフィチン態, F<sub>NaCl</sub>は蛋白態, F<sub>ace</sub>はペクチン態, F<sub>HCl</sub>は修酸塩のMgであるが, Caと同様にF<sub>NaCl</sub>, F<sub>ace</sub>の両形態のMgが植物の生育に与える影響は大きかつたと考える.

#### 4) N化合物の含有率

Nの形態別の含有率は第3表に示したとおりである. Nの供給濃度の増大とともにN系列はNO<sub>3</sub>-N, A系列はNH<sub>4</sub>-Nの含有率が高くなる. 水溶性および不溶性の有機態NはNの供給濃度の増大とともに漸増する傾向が認められ, 水溶性有機態NはA系列>N系列で, N系列では水溶性有機態NがN濃度により余り変動がないのに対し, A系列では大きく変動した. 不溶性有機態Nは逆にN系列>A系列であつた. 水溶性有機態N/T-NはA系列のものが高い値を示した. またN系列においても, N<sub>10</sub>区のもの他に比較して高い値を示した.

次に水溶性有機態Nの主たる構成物質である遊離アミノ酸およびアミドの種類と含量を第4表に示した. メロンの茎葉中に存在する遊離アミノ酸およびアミドとしてはアラニン, グルタミン酸, セリン, グリシンおよびグルタミンの含量が高く, 他の12種類のアミノ酸とアスパラギンの含量はNH<sub>4</sub>-N, 300ppmの場合を除き5μmol/g以下と低かつた. 各Nレベルにおいて, アスパラギン酸を除くほとんどのアミノ酸含量にA系列>N系列の関係が認められ, こ

第3表. Nの供給形態および濃度とN化合物の含有率(乾物当り%).

Nの形態 および濃度	N画分		水溶性有機態 -N	不溶性有機態 -N	T-N	水溶性有機態-N T-N (%)	
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N					
NO <sub>3</sub> -N	10	0.059	0.019	0.71	2.21	3.00	23.7
	50	0.460	0.017	0.86	3.10	4.44	19.4
	100	0.950	0.021	0.85	3.71	5.53	15.4
	300	1.224	0.022	0.88	3.83	5.95	14.8
NH <sub>4</sub> -N	10	0.027	0.034	0.81	2.33	3.20	25.3
	50	0.023	0.050	0.99	2.83	3.88	25.5
	100	0.017	0.089	1.20	2.75	4.06	29.6
	300	0.019	0.528	2.71	3.22	6.48	41.8

第4表. Nの供給形態および濃度と各種遊離アミノ酸およびアミド含量 ( $\mu\text{mol}/\text{乾物g}$ ).

アミノ酸 およびアミド	NO <sub>3</sub> -N				NH <sub>4</sub> -N			
	10	50	100	300	10	50	100	300
lysine	1.01	1.32	1.43	1.44	1.67	2.09	2.96	6.92
histidine	0.21	0.24	0.31	0.23	0.33	0.68	1.06	8.88
arginine	1.03	0.84	1.87	1.92	1.57	3.04	4.09	33.30
aspartic acid	2.77	2.98	4.03	4.06	2.07	1.92	1.49	2.59
asparagine	2.64	2.93	3.93	3.93	4.06	4.62	4.78	5.45
threonine	2.45	2.98	4.03	4.06	3.83	3.83	3.91	5.79
serine	3.98	4.73	6.70	6.54	8.05	10.69	14.59	16.31
glutamic acid	16.94	25.47	23.44	26.50	8.63	14.52	14.36	60.67
glutamine	15.97	9.26	33.53	33.19	42.34	47.68	64.39	349.70
proline	2.57	2.84	3.43	3.36	2.95	3.27	3.80	4.26
glycine	7.76	6.54	9.26	9.19	6.67	8.42	7.04	14.01
alanine	20.33	23.79	29.87	30.51	22.60	30.82	28.36	40.44
valine	2.34	2.79	3.37	3.33	2.85	2.79	3.62	10.25
methionine	0.24	0.27	0.30	0.36	0.74	0.85	0.73	1.32
isoleucine	4.29	4.75	3.69	4.01	4.96	5.39	5.34	22.00
leucine	1.61	1.87	2.34	2.27	2.59	2.70	3.01	6.48
tyrosine	0.58	0.66	0.72	0.74	0.59	0.79	1.06	2.48
phenylalanine	1.06	1.03	1.21	1.19	1.76	2.38	2.96	5.54
total	87.74	96.28	135.60	139.35	118.26	146.48	167.55	596.39

の関係の顕著なものはグルタミンとセリンである。N系列のものはA系列のものに比べると、Nの供給濃度が増加しても、各アミノ酸含量の変動は非常に小さかった。しかしN系列でもグルタミンおよびグルタミン酸が他のアミノ酸に比べてNの供給濃度の影響を強く受ける。一方A系列ではN系列と対照的にNの供給濃度の増加によりグルタミン、グルタミン酸、アラニン、アルギニン、セリンおよびイソロイシンの含量が著しく高まり、特にグルタミンの含量はNH<sub>4</sub>-N、300 ppmの場合350  $\mu\text{mol}/\text{g}$ と異常に高く、16種類のアミノ酸と2種類のアミドの総含量中の約60%を占めた。またグルタミン/グルタミン酸の比はN系列では約1であるのに対し、A系列は約5倍になっている点、グルタミンとNH<sub>4</sub>-Nの吸収量が密接な関連を有することを示唆するものである。

#### 5) 炭水化物の含有率

炭水化物とNの形態および供給濃度との関係を第5表に示した。還元糖、非還元糖および粗澱粉の含有率はいずれもA系列>N系列の傾向が認められる。N系列ではNの供給濃度が高いほど、還元糖、非還元糖および粗澱粉含量が低下するが、これは第2表の乾物重とは逆の関係にある。一方A系列の場合にはA<sub>300</sub>区が非還元糖で最も高いことを除いて、Nの供給濃度が高い程、還元糖、非還元糖および粗澱粉含量が低下する傾向が認められる。

以上のことからA系列がN系列より、還元糖、非還元糖および粗澱粉含量が高く、しかも生育が劣ることから、A系列は糖代謝に異常を生じたと推測される。

第5表. Nの供給形態および濃度と炭水化物の含有率(乾物当り%)

糖の種類 Nの形態と濃度	還元糖	非還元糖	全糖	粗澱粉	還元糖 全糖 (%)
	NO <sub>3</sub> -N				
10	2.07	2.07	4.14	17.82	50.0
50	2.01	2.13	4.14	13.92	48.6
100	1.21	1.53	2.74	13.42	44.2
300	1.22	1.55	2.77	13.97	44.0
NH <sub>4</sub> -N					
10	3.29	2.33	5.62	21.62	58.5
50	3.30	1.77	5.07	18.41	65.1
100	3.30	1.87	5.17	17.67	63.8
300	2.87	2.68	5.55	10.54	51.7

## 考 察

### 1) 生育調査

従来から水稻、クワイなど少数の単子葉植物が好アンモニア性植物と呼ばれ、N 源としては  $\text{NO}_3\text{-N}$  より  $\text{NH}_4\text{-N}$  の方が生育にとつて有利であるといわれている。一方多くの双子葉植物と単子葉畑作物は好硝酸性の植物と呼ばれ、 $\text{NO}_3\text{-N}$  の方が有利な N 源であることが知られている (高橋, 1974)。

本実験に供した温室メロンはキュウリ、トマトなどと同様好硝酸性、好石灰性の植物である (花田・太田, 1972)。

$\text{NH}_4^+$  の吸収により生育を阻害された植物は外観的特徴として、一般に植物は小さく、葉色は濃緑色ないし暗緑色、障害が進むと黄化し、葉先、葉縁から褐変乾燥して枯れ込みを生じ、ついには枯死にまで至るといわれている。また Jacobson and Swanback (1933) はタバコで、岩田・谷内 (1953) はタマナ、インゲンで、葉が硬化して葉質が厚い感じになり、更に葉先、葉縁が巻き込み、葉柄が下垂して萎凋し易くなることを報告している。

これら生育を阻害された植物の根については、根の伸長が停滞し、細根の数が少なくなり、極めて速く木質化が進み、褐変、ついには、根腐れを生ずることが認められている (原田, 1974; Uljee, 1964)。

以上の  $\text{NH}_4^+$  による生育障害が発現する  $\text{NH}_4\text{-N}$  の限界濃度は培養液濃度で原田 (1974) は多くの場合 15~50 ppm, 尾形 (1963 a) はエン麦で 20 ppm, 王子・伊沢 (1974) は 20 ppm でキュウリの潜在的アンモニア障害を、また Bennet and Adams (1970) はスーダングラスで、Cox and Reisenauer (1973) は小麦で、1~3 ppm の低濃度を報告している。

本実験においても、窒素源として  $\text{NH}_4\text{-N}$  を施用したメロンでは、外観的には 10 ppm 区を除いて文献にみられたと全く類似した症状を呈した。A<sub>50</sub>、A<sub>100</sub> の両区について、その症状を詳しく記載すると次のようである。即ち葉は光沢がなく葉色は緑色で杯状を示した。更に A<sub>300</sub> 区のもは葉の黄化に続いて、褐変壊死部を生じた。これはアンモニア障害の末期的症状である。

生育調査の結果、アンモニア障害を受けた A 系列メロンは N 系列のものに比較し、生育段階の遅れと、地上部、地下部のいずれの生育量も著しく低い値を示した。しかも A 系列中では、N 欠乏症が認められる A<sub>10</sub> 区の生育量が最も大きかった。しかし、A<sub>10</sub>

区のもの生育量も N<sub>10</sub> 区より可成り低い値であることから、A<sub>300</sub>、A<sub>100</sub> および A<sub>50</sub> の 3 区はもとより、A<sub>10</sub> 区においてもアンモニア障害を潜在的に受けていると推測することが出来る。

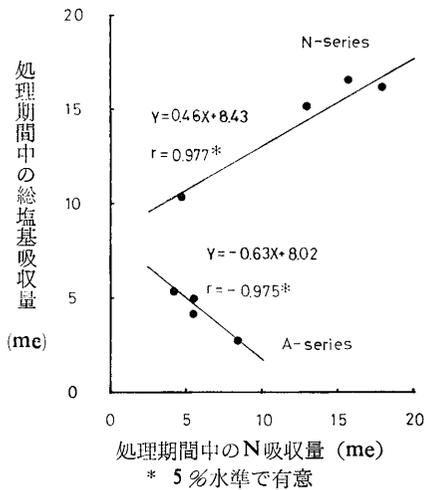
### 2) 無機養分

植物による無機養分の吸収については、吸収される N の形態が  $\text{NH}_4\text{-N}$  であるのか  $\text{NO}_3\text{-N}$  であるかにより、影響されるとされている。即ち  $\text{NH}_4^+$  は  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  などの陰イオンの吸収を相乗作用により促進し、反対に  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) などの陽イオンの吸収を拮抗作用により抑制し、その影響の程度は  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$  の順に低くなる (Polizotto *et al.*, 1975) といわれている。対照的に  $\text{NO}_3^-$  の吸収は陽イオンの吸収を相助的に促進し、陰イオンの吸収を拮抗的に減少させることが報告されている (Kirkby, 1968)。

本実験における無機養分吸収の傾向はこれらの見解と良く一致している。即ち第 1 に、 $\text{NH}_4^+$  が  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  の吸収を抑制したこと、N 系列では  $\text{NO}_3^-$  の吸収に比例して  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  および  $\text{Mg}^{2+}$  の吸収が増加または影響を受けなかったことである。第 2 の点は上記の知見で必ずしも説明できないもので、A 系列は N 系列に比べ相対的に各養分の吸収量が僅少なことである。根による養分の吸収量は培地の pH、温度、通気などの環境条件が同一ならば、根重×根の活性度の関数 (Cox and Reisenauer, 1973) と考えられる。A 系列の無機養分吸収量の少ない一因として、根重が不足することおよび根の褐変老化による活性度の低下があげられる (第 2 図, 第 2 表)。これと関連して嶋田 (1969) は、 $\text{NH}_4^+$  は極めて低濃度においても、特異的にキュウリの根の TTC 還元力を低下させることを報告し、これは根の活性の低下を意味するとしている。

以上の無機養分吸収の面から、A 系列メロンの生育量の低下は K、Ca、Mg の吸収量の少ないこと、それに基づく体内含量の低下に密接に関連することが推測される。

N の形態と塩基の吸収および乾物生産の三者の相互関係は第 7、8 図から一層明らかとなる。即ち総塩基吸収量は A 系列の N 吸収量との間に負の相関、N 系列との間には反対に正の相関々係が成立する。2つの回帰直線は N 源として  $\text{NH}_4\text{-N}$  のみを施用する限り、 $\text{NH}_4\text{-N}$  の供給濃度を如何に低下させても、 $\text{NO}_3\text{-N}$  の場合の総塩基吸収量を越えることはないことを示している。その上、K+Ca+Mg の吸収量の



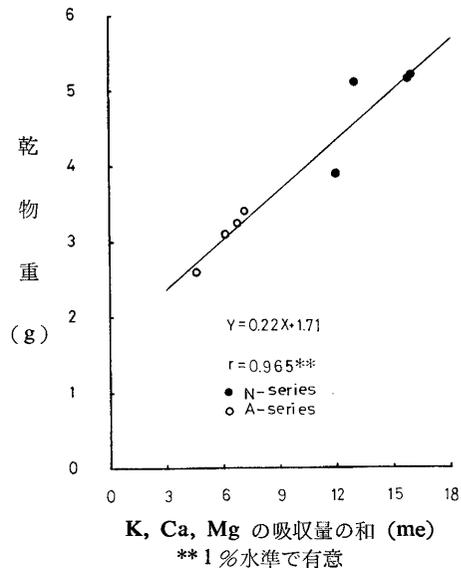
第7図. N吸収量と総塩基吸収量との間の相関々係.

和と乾物重の間に正の相関が成立する。以上2つの相関図から明らかな如く、塩基吸収量の低下が乾物生産量と密接に関連していることは明らかである。

本実験の無機養分に関する分析結果から、 $\text{NH}_4^+$ の吸収増は塩基のうちでも特に $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ の吸収を著しく抑制することが明らかとなった。そこで植物体内のCa、Mgを太田ら(1970)の方法に従って形態別に分画を行い、Ca、Mgの生理的機能の点から考察を試みた。

植物体内のCaは細胞のミドルラメラのペクチン酸と結合して組織を固く膠着している。橋本(1955)はCaの欠乏により、ペクチンがゾル化し、大豆では葉柄が突然下垂し、トウモロコシは葉の尖端がゼラチン化することを報告している。本実験における $\text{NH}_4^+$ の吸収は植物に潜在的なCa欠乏を誘起し、ペクチン態Caの減少は組織に形態的变化をもたらすと考える。またPurich and Barker(1967)は細胞の微細構造の研究から、アンモニアが葉緑体のグラナラメラを崩壊することを報告している。この外セルリーの芯腐れ病、ピーマンおよびトマトの尻腐れ病なども $\text{NH}_4^+$ の過剰吸収とCaの吸収量の低下により生じ、細胞を崩壊に導くことが報告されている。

以上のことはアンモニア障害が細胞の形態と機能に影響を及ぼすことを示唆するもので、本実験におけるペクチン態Ca分画である $F_{\text{ace}}$ 、蛋白と結合したCa分画の $F_{\text{NaCl}}$ および修酸塩の分画である $F_{\text{HCl}}$ の3分画(Itoh and Hatano, 1960)の含有率が顕著に低いことはメロンの形態的变化と細胞の代謝活性の低下を



第8図. K, Ca, Mgの吸収量の和と乾物重との間の相関々係.

裏付けるもので、外観的の症状とも一致している。またMgもペクチン酸、修酸と結合し、Ca同様の役割を果たしていると考えられる。なおCa、Mgの $F_{\text{NaCl}}$ 、 $F_{\text{ace}}$ 、 $F_{\text{HCl}}$ の3画分の含有率が低く、 $F_{\text{alc}}$ 、 $F_{\text{H}_2\text{O}}$ の2画分の上昇は植物の機械的強度の減少と植物病原菌に対する抵抗性を弱めるともいわれている。

以上のことから、植物による $\text{NH}_4^+$ の吸収は $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ の吸収を抑制するとともに、吸収されたCa、Mgの細胞内での生理機能を著しく低下させたと考ええる。

### 3) N化合物

一般に $\text{NO}_3^-$ が根から吸収されると、吸収量が少ない場合には根で還元同化されるが、通常はそのままの形で葉に移行し、そこで還元同化されるといわれている。 $\text{NO}_3^-$ -Nの供給濃度が高いと植物体内に高濃度に $\text{NO}_3^-$ を蓄積するが、生育の障害はほとんどなく、アミノ酸、蛋白質への合成は順調に進行すると報告(Kirkby and Knight, 1977)されている。

一方 $\text{NH}_4^+$ が吸収されると、根でアミノ酸に同化され、主としてグルタミン、アスパラギンの両アミドの形態(Bollard, 1957; Ivanko and Ingversen, 1971; Lorenz, 1976)で地上部に移動し、各種アミノ酸に転化した後蛋白質に取り込まれる。 $\text{NH}_4^-$ -Nが高濃度で供給されるとグルタミン、アスパラギンとともに遊離の $\text{NH}_4^+$ が茎葉中に蓄積し、それほど高濃度

でなくても植物の生育を抑制、阻害する。生育を阻害する  $\text{NH}_4\text{-N}$  の限界濃度は岩田 (1958) よれば乾物当り 0.1% 以上になると生育の低下が著しいこと、Harada *et al.* (1968) は 0.05% ぐらいが限界濃度であると報告している。しかしこれらの限界濃度は植物が枯死に至る濃度と推定され、 $\text{NH}_4\text{-N}$  による初期的阻害を示す濃度は実際にはもつと低い濃度と考えることができる。また  $\text{NH}_4^+$  を吸収した植物では蛋白質の分解 (Barker *et al.*, 1966) と  $\text{NH}_4^+$  の同化が  $\text{NO}_3^-$  の吸収の場合より速く進行するため葉中の水溶性有機態 N 含量が高くなるのがトマトおよびタバコなどで認められている。

本実験の結果では、A 系列メロンは  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、水溶性有機態 N の含有率がともに N 系列のものより高かった。A<sub>300</sub> 区では特に高く  $\text{NH}_4\text{-N}$  0.528%、水溶性有機態 N 2.71% を示した。しかし A<sub>50</sub>、A<sub>100</sub> の両区は  $\text{NH}_4\text{-N}$  で 0.05~0.10% の間にあつたが Harada *et al.* (1968) のいう限界濃度の 0.05% を越えており、水溶性有機態 N も N 系列のいずれよりも高い値を示した。

従来から  $\text{NH}_4^+$  により生育障害を起こした植物は塩基性アミノ酸であるアルギニンおよびプロリン (Kirkby, 1968)、グルタミンとアスパラギンのアミド含量が増加することが報告 (Harada *et al.*, 1968) されており、これらの N 化合物は植物体内における  $\text{NH}_4^+$  の解毒と貯蔵の役割を果たすといわれている。

本実験において、A 系列メロンは  $\text{NH}_4\text{-N}$  の蓄積と平行して特にグルタミンの量を増大した。生育障害の著しかつた A<sub>300</sub> 区では、グルタミン含量が全遊離アミノ酸中の約 60% をも占めた。

以上のことから、A 系列メロンは過剰の  $\text{NH}_4^+$  を吸収した結果、過剰の  $\text{NH}_4^+$  はグルタミンの形で主として貯蔵され、 $\text{NH}_4^+$  そのものが持つ生理的な毒性

を幾分でも低下するという役割を果たすが、グルタミンの生成にはエネルギーが消費されることに注目せねばならない。

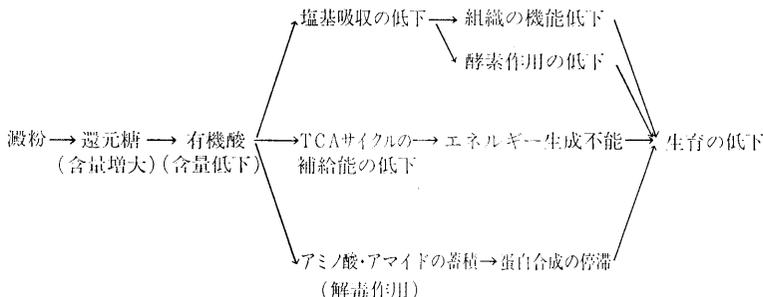
#### 4) 炭水化物

N の同化に際して炭水化物は炭素 (C) 骨格の給源として、又還元的活性に必要な呼吸エネルギーの供給のための基質 (Kirkby, 1968) として必要である。高橋・吉田 (1958) は  $\text{NH}_4^+$  の害作用が進むと体内の炭水化物は分解に傾くこと、尾形 (1963b) はエンバクの葉部および根部のアミラーゼ、インベルターゼの作用力が  $\text{NO}_3\text{-N}$  区より  $\text{NH}_4\text{-N}$  区に高いことを見出し、体内の生理状態が加水分解的であると述べている。更に Matsumoto *et al.* (1968, 1969) は過剰の  $\text{NH}_4^+$  が澱粉の合成を阻害する結果、グルコースが多量に蓄積されることを報告している。

本実験においても、還元糖および全糖の含有率が A 系列で高いことは、上記の報告と一致している。粗澱粉含量では、A<sub>300</sub> 区が最低の値を示したものの A 系列 > N 系列の傾向が認められた。この結果は  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、300 ppm では Matsumoto *et al.* (1969) の報告と一致するが、その他の低い  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度では Harada *et al.* (1968)、岩田・間苧谷 (1969) および高橋・吉田 (1958) の報告同様澱粉合成の阻害濃度に達しなかつたと考える。このことは作物の種類、 $\text{NH}_4\text{-N}$  の供給濃度により、 $\text{NH}_4^+$  の澱粉合成に対する影響が異なることを示している。

以上のことから、 $\text{NH}_4\text{-N}$  の供給は糖の利用性を低下させ、極端な場合には澱粉合成を阻害する。

これまで考察したことから、無機養分の吸収と体内代謝との関連についてまとめると、植物による K、Ca および Mg の吸収について、Kirkby and Mengel (1967) は植物体内の陽イオンと陰イオンの平衡から、次のように説明している。それによれば、 $\text{NH}_4^+$



第 9 図.  $\text{NH}_4^+$  の吸収による体内代謝の乱れ。

の吸収の場合には有機酸の蓄積が少なく、細胞の代謝活性は低い、 $\text{NO}_3^-$  の場合には  $\text{NO}_3^-$  の同化に伴って、有機酸が多量に蓄積し細胞内の代謝活性を高める。その結果として  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  および  $\text{Mg}^{2+}$  の吸収が促進されると考えている。

$\text{NH}_4^+$  を吸収した植物の体内代謝の乱れ、代謝活性の低下は、次のことから明らかである。植物に吸収された **Ca** および **Mg** の大部分は、不溶性の蛋白態、ペクチン態および修酸態であり、この3つの形態の **Ca** と **Mg** の含量が顕著に低く、80%エチルアルコール可溶性と水溶性の両画分の割合が高い。このことは蛋白質、ウロン酸および修酸の生成の停滞を間接的に示している。更に **N** 画分ではグルタミンなどの水溶性有機態 **N** 含量が高く、不溶性有機態 **N** 含量が反対に低いことから **C** 骨格の補給および蛋白質の合成が幾分抑制されたと考えられる。

**N** の供給形態による植物体内の代謝活性の差違は、炭水化物含量の消長の面から端的に明らかとなる。即ち  $\text{NO}_3\text{-N}$  の場合には、**N** の供給濃度が高い程、還元糖含量が低下するのは、それがエネルギー源または有機 **N** 化合物の骨格として順調に利用されていることによる。他方、 $\text{NH}_4\text{-N}$  の場合に還元糖含量が高いのは、エネルギーの生成および **C** 骨格の消費が抑制されているためである。

故に結論として、**N** の給源として  $\text{NH}_4\text{-N}$  を施用したメロンでは、 $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度の如何にかかわらず生育が低下する。この原因は植物体内に吸収された  $\text{NH}_4^+$  が体内代謝を乱す結果、エネルギー生成を初めとする代謝活性を低下するためと考える。第9図はこれらのことを図式化したものである。

## 要 約

温室メロンは元来好硝酸性の植物であり、好石灰性の植物でもある。このことは **N** の給源とその供給濃度がメロンの生育並びに品質に与える影響が大なることを予想させる。また  $\text{NH}_4\text{-N}$  の高濃度の供給は植物体内に  $\text{NH}_4^+$  を蓄積し、植物にアンモニア障害を引き起こし、生育および品質が顕著に阻害される。対照的に  $\text{NO}_3\text{-N}$  は作物の生育にとつて安全であるといわれている。

本報告は、水耕栽培により、 $\text{NH}_4\text{-N}$  で育つたメロンと  $\text{NO}_3\text{-N}$  でのものとの外観的特徴、生育状況、無機養分の吸収量および植物体内成分の調査、分析を行い、**N** の供給形態と供給濃度がメロンの生育および体内生理に及ぼす影響の差違から、メロンの **N** 栄

養に関する知見を得ることを目的とする。

得られた結果から、メロンのアンモニア障害について要約すると、

(1) メロンが唯一の **N** 源として  $\text{NH}_4^+$  を吸収する限り、その吸収量の多少にかかわらず、メロンはアンモニア障害を受ける。

(2)  $\text{NH}_4^+$  を吸収したメロンは体内の  $\text{NH}_4\text{-N}$  と水溶性有機態 **N** 含量が著しく高まり、遊離アミノ酸とアミドの分析結果ではグルタミン含量が顕著に高かった。

(3)  $\text{NH}_4^+$  の吸収は  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  などの塩基の吸収を抑制し、そのため  $\text{NH}_4\text{-N}$  で育つたメロンは同じ濃度の  $\text{NO}_3\text{-N}$  のものより、総塩基含量が約 0.10 e/100 g も低く、生育が劣る一因になった。

(4)  $\text{NH}_4^+$  を吸収したメロンでは、植物体内に吸収された **Ca**、**Mg** のうち、ペクチン態のもの含量が著しく低下することから、組織に形態的異常を生じ、細胞の代謝機能を著しく低下させる。

(5)  $\text{NH}_4\text{-N}$  の蓄積は糖の円滑な代謝を阻害するために、**N** の同化に際してのエネルギーおよび **C** 骨格の供給に支障を来し、生育が低下したと考える。

謝辞 本研究を行うにあたり、種々の御教示を載き、論文校閲の労をわずらわした農芸化学科植物栄養・肥料学教室山田芳雄教授、並びにアミノ酸分析に御協力載いた池田元輝博士に厚くお礼申し上げる。

## 文 献

- Barker, A. V. and D. N. Maynard 1972 Cation and nitrate accumulation in pea and cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97: 27-30
- Barker, A. V., R. J. Volk and W. A. Jackson 1966 Root environment acidity as a regulatory factor in ammonium assimilation by the bean plant. *Plant Physiol.*, 41: 1193-1199
- Bennett, A. C. and F. Adams 1970 Concentration of  $\text{NH}_3(\text{aq})$  required for incipient  $\text{NH}_3$  toxicity to seedlings. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34: 259-263
- Blair, G. J., M. H. Miller and W. A. Michell 1970 Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for corn and their influence on the uptake of other ions. *Agron. J.*, 62: 530-532
- Bollard, E. G. 1957 Translocation of organic nitrogen in the xylem. *Austral. J. Biol. Sci.*, 10: 292-301
- Cox, W. J. and H. M. Reisenauer 1973 Growth and ion uptake by wheat supplied nitrogen as nitrate, or ammonium, or both. *Plant*

- and Soil, 38: 363-380
- 花田勝美・太田 栄 1972 温室メロンの砂・ボタ栽培における栄養生理的研究. 九大農学芸誌, 26: 559-568
- 原田登五郎 1974 水田上壤の地力窒素. 原田登五郎教授退官記念事業会, 福岡
- Harada, T., H. Takaki and Y. Yamada 1968 Effect of nitrogen source on the chemical components in young plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 14: 47-55
- 橋本 武 1955 作物のマグネシウム栄養に関する研究(第4報) 作物の Mg, Ca, K の関係. 土肥誌, 26: 19-22
- 位田藤久太郎 1970 近代農業における土壌肥料の研究. 養賢堂, 東京
- Itoh, H. and T. Hatano 1960 A study of the calcium in legum forage. *Tohoku J. Agr. Res.*, 11: 133-146
- Ivanko, S. and J. Ingversen 1971 Investigation on the assimilation of nitrogen by maize roots and the transport of some major nitrogen compounds by xylem sap. III. Transport of nitrogen compounds by xylem sap. *Physiol. Plant.*, 24: 355-362
- 岩田正利 1958 窒素形態の差異とそ菜の生育(第2報) 各種形態窒素の施用濃度がコカブの生育に及ぼす影響. 園学雑, 27: 21-31
- 岩田正利・間宇谷 徹 1969 窒素形態の差異とそ菜の生育(第6報) 体内窒素成分ならびに炭水化物濃度に及ぼす施用窒素形態の影響. 園学雑, 38: 309-317
- 岩田正利・谷内武信 1953 窒素形態の差異とそ菜の生育. 園学雑, 22: 183-192
- Jacobson, H. G. and T. R. Swanback 1933 Relative influence of nitrate and ammoniacal nitrogen upon intake of calcium by tobacco plants. *Plant Physiol.*, 8: 340-342
- Kirkby, E. A. 1968 Influence of ammonium and nitrate nutrition on the cation-anion balance and nitrogen and carbohydrate metabolism of white mustard plants grown in dilute nutrient solution. *Soil Sci.*, 105: 133-141
- Kirkby, E. A. and A. H. Knight 1977 The influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation-anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiol.*, 60: 349-353
- Kirkby, E. A. and K. Mengel 1967 Ionic balance in different tissues of the tomato plant in relation to nitrate urea, or ammonium nutrition. *Plant Physiol.*, 42: 6-14
- Lorenz, H. 1976 Nitrate, ammonium and amino acids in the breeding sap of tomato plants in relation to form and concentration of nitrogen in the medium. *Plant and Soil*, 45: 169-175
- 増井正夫・福島与平・野中民雄・小泉 満・中沢一郎 1960 メロンの養分吸収に関する研究(第1報) 窒素およびリン酸について. 園学雑, 29: 12-20
- Matsumoto, H., N. Wakiuchi and E. Takahashi 1968 Changes of sugar levels in cucumber leaves during ammonium toxicity. *Physiol. Plant.*, 21: 1210-1216
- Matsumoto, H., N. Wakiuchi and E. Takahashi 1969 The suppression of starch synthesis and the accumulation of uridin diphosphoglucose in cucumber leaves due to ammonium toxicity. *Physiol. Plant.*, 22: 537-545
- 松村安治・寺島正夫・川西英之 1966 そ菜に関する土壌肥料研究集録. 全購連, 東京
- Maynard, D. N., A. V. Barker and W. H. Lachman 1966 Ammonium-induced stem and leaf lesions of tomato plants. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 88: 516-520
- 尾形昭逸 1963 a 作物の生育に対するアンモニア態窒素と硝酸態窒素の栄養生理的研究(第1報)  $\text{NH}_4\text{-N}$  と  $\text{NO}_3\text{-N}$  の培養液中濃度と燕麥の生育との関係. 土肥誌, 34: 313-317
- 尾形昭逸 1963 b 作物の生育に対するアンモニア態窒素と硝酸態窒素の栄養生理的研究(第2報)  $\text{NH}_4\text{-N}$  ならびに  $\text{NO}_3\text{-N}$  の燕麥の有機物質代謝におよぼす影響. 土肥誌, 34: 318-322
- 王子善清・伊沢悟郎 1974 インタクト植物による無機窒素の吸収ならびに同化に関する研究(第3報) 水稻およびキュウリの無機窒素同化初期における遊離アミノ酸含量について. 土肥誌, 45: 259-262
- 太田安定・山本和子・出口正夫 1970 カルシウム供給量, 葉位, 個体の生育段階の違いが水稻生葉内カルシウムの化学形態別分布におよぼす影響, 各種植物体内カルシウムの化学形態別分布(第1報). 土肥誌, 41: 19-26
- Polizotto, K. R., G. E. Wilcox and C. M. Jones 1975 Response of growth and mineral composition of potato to nitrate and ammonium nitrogen. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 100: 165-168
- Puritch, G. S. and A. V. Barker 1967 Structure and function of tomato leaf chloroplasts during ammonium toxicity. *Plant Physiol.*, 42: 1229-1238
- 嶋田典司 1969 作物に対する塩類の濃度障害に関する基礎的研究(第1報) 単一塩類溶液におけるキュウリ根の活性の変化について. 土肥誌, 40: 26-31
- 高橋英一 1974 比較植物栄養学. 養賢堂, 東京
- 高橋達郎・吉田大輔 1958 タバコの硝酸態, アンモニア態窒素の吸収について(第1報) 培養液の pH の影響. 土肥誌, 29: 200-204

Uljee, A. V. 1964 Ammonium nitrogen accumulation and root injury to tomato plants.

*N. Z. J. Agric. Res.*, 7: 343-356  
山崎肯哉 1967 そ菜の肥培. 地球出版, 東京

### SUMMARY

Studies on the influence of form and level of nitrogen on the growth and the physiology of melon were carried out to get the basic knowledge of nitrogen nutrition of melon.

The results obtained are as follows.

1. Ammonium toxicity always occurred when  $\text{NH}_4\text{-N}$  was supplied as a sole nitrogen source.

2.  $\text{NH}_4\text{-N}$  and the water soluble organic nitrogen such as glutamine were found remarkably in the tissue of melon supplied with high concentration of  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

3. Absorption of bases such as  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  in the melon fed with  $\text{NH}_4\text{-N}$  was less than that in the melon fed with  $\text{NO}_3\text{-N}$ . The difference was about 0.10e/100 g.

4. Pectic form of Ca decreased in the tissue of melon fed with  $\text{NH}_4\text{-N}$ . It caused remarkable determination of metabolic activity and abnormal morphological change in the tissue of melon.

5. Retardation of the growth of melon fed with  $\text{NH}_4\text{-N}$  is thought to be the result of the restricted supply of energy in assimilation of nitrogen and of the deficit of the carbon skeleton owing to the degradation in smooth metabolism of sugar.