

農業と科学

昭和45年1月1日(毎月1日発行)第159号
昭和31年10月5日 第3種郵便物認可

発行所

東京都千代田区有楽町1~12~1 日比谷三井ビル
チッソ旭肥料株式会社

編集兼発行人
伊藤和夫

定 価
1部10円

農業と科学

1970

1 特集

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.



No. 1

農 業 と 科 学

1970

目 次

- 改題の意義について…………… (3)
 —ごあいさつにかえて— 取締役社長 児 玉 義 忠
- 果樹栽培と肥培…………… (4)
 京都大学農学部教授 小 林 章
- 欧州における施設園芸…………… (8)
 三重大学農学部教授 位 田 藤 久 太 郎
- 欧米における磷硝安系肥料のプロセス…………… (12)
 中央大学理工学部教授 工学博士 安 藤 淳 平
- 牧草における窒素栄養の問題…………… (16)
 広島大学草地学研究室 尾 形 昭 逸
- 緩効性窒素肥料の意義…………… (21)
 農業技術研究所肥料化学科長 早 瀬 達 郎
- 水稻とCDU…………… (24)
 秋田県農業試験場長 本 谷 耕 一
- 茶と硝安系肥料…………… (26)
 農林省茶業試験場主任研究員 石 垣 幸 三
- そ菜と緩効性窒素肥料…………… (30)
 農林省園芸試験場久留米支場 本 多 藤 雄
- 米づくりに $\text{NO}_3\text{-N}$ を, どう利用するか…………… (34)
 福井県肥飼料検査所長 寺 島 利 夫



改題の意義について

— ごあいさつに代えて —

チッソ旭肥料株式会社

取締役社長 児 玉 義 忠

明けましておめでとうございます。新年にあたり読者の皆様にごあいさつ申し上げます。

皆様既にご承知のことでございますが、チッソ株式会社と旭化成工業株式会社とは、両社の肥料部門を統合し、両社の伝統に立脚しつつ、近代的総合力をあげて肥料業界の、ひいては日本農業界の発展に寄与するために、新しく「チッソ旭肥料株式会社」を設立致しました。

つきましては、従来、チッソ株式会社において硫 磷 安 研究会より、高度化成肥料の発展の為の資料として「硫 磷 安 時報」を、また旭化成工業株式会社では「磷 硝 安 時報」を発行し、新肥料の解説、施肥または肥効の実績等を紹介してまいりましたが、今回の新会社の設立を機に、発行所をチッソ旭肥料株式会社とし、誌名も、「農業と科学」と改題し、新会社設立の趣旨に沿ったものと致したいと思ひます。

今後とも、広く農業に従事されている方はもちろん、農業に関心を持っておいでになる皆様のご愛読を切にお願い致します。

特に、誌名を「農業と科学」と致しましたのは、われわれ肥料の開発研究に従事するものと致しましては、新時代にふさわしい、新しい農業を考えるにあたりまして、単に肥料のみではなく、肥料を通じて、新肥料はもちろんありますが、その施肥の合理化の為の肥料の賦形とか、施肥の機械化、新しい土壌改良法、新しい農薬、更に肥料や作物の貯蔵法等を研究の対象とし、システム化された農業の確立の為に、本誌を寄与せしめたいとの目的で、些少なりとも、この線に沿った内容のものを企画編集致したいとの念願からでございます。

どうか、本誌に対しましてご自由に質問なり、ご意見を寄せて戴き、農業の発展に日夜専念される各位の、良き機関誌として生長するよう、ご支援を戴きますようお願い致します。

1970年の新春を迎えるとともに、「農業と科学」第1号を発行するにあたりまして、意とするところを皆様にお伝えし、ごあいさつと致します。

果 樹 栽 培 と 肥 培

京都大学農学部教授 小 林 章

は し が き

果樹の生長と肥料との関係については、これまでも種々の書物や雑誌、または講演会などで、栽培者は嫌やというほど、読みまた聞き尽くされたことと思う。

しかしながら、ここで飽くまでも大切なことは、栄養生理学の立場からの基礎知識、たとえばチッソやリン酸、カリ、石灰、苦土などの肥料要素が、いつどの程度に必要かということよりも、わが国のような温暖多雨の気候下では、果樹がどのような性態を示すかをよく理解し、それに応じた施肥方法を工夫することである。

1) 温暖多湿(雨)下では果樹の根が浅く、かつ肥料の分解流失がいちじるしい。

わが国のような湿潤(多雨)気候の下では、世界的にみて、果樹産業の最も発達している北米の西部海岸地域や、地中海沿岸諸国のような乾燥気候下に比べて、果樹の根群の土壌中における分布がきわめて浅い。

これは降った雨水が土壌の粒子間に絶えず溜まり、土壌中の空気の流通を悪くして、根の呼吸を害するからで、果樹の根は絶えず酸素を多く含んだ新鮮な空気を求めて、自然と地表近くに分布するようになる。

とくにわが国では、梅雨期に1か年の雨量の1/4前後が、6月上旬～7月上旬の約1か月間に集中的に降り、そのために、殆どの果樹園では地下水位が上昇したり、局部的に雨水が停滞し

たりして、春からせっかく伸長した土壌深部の新根が死滅することになる。

このように、根群の分布が土壌中で浅くなると、それだけ、土壌中から肥料や水分を吸収する範囲の狭いことを意味し、わが国での果樹園芸はちょうど鉢植栽培をしているのと同じことになる。

しかも他方、温暖多雨の気候下では、施した肥料の分解消失が激しく、殊に梅雨期の長雨による地下浸透や、夏期の驟雨(にわか雨)による土壌侵蝕に伴う肥料の損失が少なくない。

これらの点が、北米の加州や地中海沿岸諸国のような、乾燥気候下の果樹栽培に比べて、わが国のような湿潤(多雨)気候下の果樹栽培では、多量の肥料を必要とすることになるのである。

たとえば、同じわが国土であっても、気候が比較的冷涼で少雨の東北地方のリンゴ地帯と、温暖多雨の和歌山県、熊本県などのミカン地帯との、土壌中の肥料要素の含量を比較すると、第1表のとおりで、前者に比べて、後者はいちじるしく瘠せている。

ましてや、前述の乾燥気候下の土壌と、わが国の湿潤気候下の土壌との間には、たとえ母岩の性

第1表 わが国の南北両半部における果樹園土壌中の肥料要素の含量(森田1962)

	腐植	チッソ	可吸態		pH	置換性塩基			
			リン酸	カリ		カルシウム	マグネシウム	カリ	
沖積層	北半部 (リンゴ地帯)	4.56%	0.248%	0.020%	0.117%	6.02	m. e. 17.08	m. e. 6.66	m. e. 2.37
	南半部 (ミカン地帯)	1.79	0.105	0.008	0.032	6.45	9.82	1.73	0.45
洪積層	北半部	12.29	0.495	0.025	0.078	5.80	10.29	5.67	0.93
	南半部	3.28	0.164	0.002	0.039	5.09	9.74	3.88	0.80
第3層	北半部	8.80	0.469	0.030	0.073	5.61	9.24	5.33	1.20
	南半部	2.14	0.114	0.001	0.045	5.03	7.14	2.84	0.79

質が違おうとしても、その肥沃度において、はなはだしく異なるのは当然である。

2) 根の分布が浅いのに、一時に多量の肥料を施すと、濃度障害(肥え負け)を起こしやすい。ちょうど盆栽に多肥するのと同じである。

上述のように、多雨の気候下では果樹類の根群の分布が一般に浅く、かつ肥料の流亡がいちじるしい。したがって、どうしても多量の肥料を施さねばならないことになるが、これを労力節減のために一回に多量に施したとなると、濃度障害(肥え負け現象)を起こす危険がきわめて大きい。そのために、現在では幾回かに分施されているが、労力の不足してきた今日では、これとても余り感心したことはない。

対策として、魚肥や油粕、大豆粕などの有機質肥料のように、降雨にあっても容易に分解消失せず、またたとえ少々多すぎても濃度障害を容易に起こさない新しい化学肥料の出現が望ましい。このような目的のために、最近緩効性のチッソ肥料C D Uなどが試作されているのである。

3) 降雨が多いと日照が不足し枝葉が徒長しやすいので、チッソを偏用することなく、リン酸やカリ、石灰、苦土をもよく効かさねばならない。これには土壤通気のよいことが必要。

温暖多雨の気候下では、とかく日照が不足して、新梢は徒長して軟弱となり、病害の発生が多く、果実はジューン・ドロップ(June Drop)といって生理的落下を起こしやすい。また、土壤は塩基が流亡して強酸性となっていることが多い。したがって、これらの地帯では、できるかぎり有機物を施して土壤の腐植含量を増し、塩類の流失を防ぐとともに、施

肥に当たってはチッソ質肥料の偏用を避け、リン酸やカリ、石灰、苦土などをも十分に施さねばならない。

とくにチッソが遅効きすると、新梢の徒長がいつまでも続き、果実の成熟を妨

げ、品質を害することがはなはだしい。単に、その年の果実の収量や品質が劣るだけでなく、花芽の分化も劣り、翌年の果実の収量にも影響することになる。さらに、枝梢が徒長していると、冬季に厳寒の訪れる地方では、枝梢が十分に熟化していないから寒害をうける危険がきわめて大きい。

また、たとえリン酸やカリ、石灰、苦土などを十分に施していても、土壤排水が不良で土壤通気が悪いと、チッソに比べて、リン酸やカリ、苦土などの吸収が劣り、(第2表)果実の品質が不良となる。(第3表)

第2表 土壤中のO₂濃度とブドウの未看果樹の葉内要素含量
(小林・岩崎・川口 1963)

土 中 の 濃 度	N	P	K	Ca	Mg
20区(17.6)	2.18(100)	0.22(100)	1.00(100)	4.25(100)	0.27(100)
10区(10.6)	2.57(118)	0.14(64)	1.08(108)	5.33(125)	0.23(85)
5区(5.7)	2.32(106)	0.13(59)	0.53(53)	6.65(156)	0.22(81)
0区(0.4)	2.69(123)	0.14(60)	0.46(46)	5.00(118)	0.21(78)

(注) 品種 デラウェア

これに関連して、とくに注意せねばならぬのは、土壤通気を良くするために、果樹の苗木の植付け時に植穴を大きく掘ったり、あるいは成木の樹幹付近を局部的に深耕したりすると、確かにカリの吸収を促進する(第4表)が、この場合に、梅雨時になってその部分に雨水が溜まると、かえって通気が不良となり種々の還元性物質を生じ、ついには不時の落葉を招いたり、樹体を枯死させることである。

4) 盛夏になり土壤水分が余り低下すると、チッソに比べて植物体によるリン酸の吸収が最も衰え次でカリや石灰、苦土の吸収もはなはだしく劣る。

第3表 土壤空気中の酸素(O₂)濃度とブドウの果実の収量、品質と関係 (小林・岩崎・寺沼1964)

土壤空気中の酸素濃度	1樹当たり収量	1果房重	1果粒重	品 質		
				果汁中の固形物	果汁中の酸	果皮の着色度
20%区	g 336(100)	g 37.6(100)	g 1.39(100)	% 19.4(100)	% 1.14(100)	4.3(100)
15%	307(91)	34.1(91)	1.30(94)	19.6(101)	1.08(95)	4.5(105)
10%	281(84)	31.2(83)	1.34(96)	19.0(98)	1.01(89)	4.0(93)
5%	240(71)	26.7(71)	1.25(90)	18.2(94)	1.28(112)	3.8(88)
0%	177(53)	22.1(59)	0.98(71)	16.4(85)	1.40(123)	3.2(74)

(注) 着色度・完熟5点, 処理期間・6月5日(結実15日目) — 8月3日

第4表 深耕後の土壌の物理的組成の変化と桃の実生の生長 (森田・石原 1948)

	土 性 (深さ60cm)			樹 体 全 重	葉 分 析			
	全孔隙量	含 空 気 量 孔 隙 量	En		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	K ₂ O/N
未 深 耕 区	47~54%	5~12%	226~128	61.9 g	2.46%	0.96%	1.57%	0.6
深 耕 区	52~56	6~16	306~411	91.6	2.52	0.53	2.77	1.1
深耕堆肥区	56~57	11~18	262~401	141.7	2.74	0.73	3.67	1.3
調 査 日	4月23日~10月2日	6月10日 ~10月2日	10月 3日		10月1日			

時間遭わせる。

その後これらを接木し、20°Cの恒温器中に入れて発芽状態をみる。その結果は、第8, 9, 10表のとおりで無リン酸(0ppm)区や無カリ(0ppm)区では健全芽が全くみられない。

梅雨が上がり盛夏となると、葉から蒸散だけでなく、土壌からの蒸発もきわめて活発で、土壌水分が急速に減少する。

このように土壌が乾燥すると、チッソに比べて、リン酸をはじめとして、カリや石灰、苦土の吸収がはなはだしく劣ることになる(第5, 6, 7表)。したがって、梅雨が上がれば必ず雑草を刈って、樹冠下の地表に敷いてやることである。

地温の上昇を防ぐだけでなく、土壌湿度を適当に保つことによって、果実の品質に密接に関係するリン酸やカリ、石灰、苦土などを常に植物体によって吸収されやすい形(可吸態)に保つことになる。

5) リン酸やカリが樹体の生長や果実の肥大、品質に及ぼす肥料の効果以外に、耐寒性や銅抵抗性などを増大する作用をも重視せねばならない。

i) リン酸およびカリの施用と耐寒性

ブドウ(品種デラウェア)の砂耕試験を行ない、カリおよびリン酸の施用濃度を種々の程度に変えてみると、両要素の施用濃度が高いほど耐寒性は強くなる(小林, 細井, 中西 1959)。すなわち、調査方法としては、1月に各区の1年生枝を母樹より切りとり、冷凍機中に入れて-16. Cに20

第5表 モモおよびリンゴ園の土壌湿度とリンの吸収および樹体の生長

土壌の圃場容水量に対する百分比	葉 内 P (乾 物 %)	樹 体 の 乾 物 生 長
モ モ	10	2.9 ^g
	40	7.2
	70	7.5
リンゴ	10	6.5
	40	7.9
	70	12.4

第6表 土壌湿度とリンゴ樹の養分総吸収量 (HANSON 1958)

	適 湿 区	乾 燥 区
N	850 ppm (100)	580ppm (68)
P	120 (100)	38 (32)
K	650 (100)	300 (46)
Ca	520 (100)	240 (46)
Mg	80 (100)	38 (48)

(注) 処理100日後の調査

ii) リン酸の葉面散布と葉における銅害の軽減

香川県における多数のブドウ園、とくにキャンベル・アーリー園では、梅雨期に新梢の基部付近の成葉の葉脈だけが、際(きわ)立って黄色となり、脈間は緑色のままで落下することが少なくない。

この症状は、葉面にボルドー液を散布した後に、降雨があった場合に発生する障害と完全に一致し、銅害であることには間違いはない。

樽谷氏(1969)がこの梅雨期に発生する黄変落葉を防ぐために、種々の葉面散布剤をかけてみたところ、第11表のとおりPを含んだ散布剤の場合には、被害が

第7表 土壌水分とブドウ(デラウェア)の樹体内における5要素の総吸収量 (小林, 樽谷 1961)

	土壌水分 (含水量%)	8月22日の総吸収量				
		N	P	K	Ca	Mg
(A) 多 湿 区	83~72%	0.479%	0.123%	0.663%	1.143%	0.454%
(B) 中 湿 区	65~55	0.537	0.139	0.713	1.098	0.321
(C) 少 湿 区	55~50	0.666	0.112	0.500	1.040	0.199
(D) 乾 燥 区	48~35	0.789	0.104	0.620	0.842	0.169
(E) 多湿→乾燥区		0.881	0.115	0.855	0.710	0.298

きわめて少ない。

しかもこの場合に、葉分析をしてみると、Pを含んだ散布剤をかけた区では、葉内のP含量が増加するとともにCu(銅)含量が明らかに減少している。反対にPを散布してない区ではP含量が少ない代わりにCu含量がきわめて高く、黄変落葉の激しい無処理対照区では390ppmにも達している。

この供試樹には、最近はボルドー液を散布しておらず、したがって飽くまでも土壌中から吸い上げたCu(銅)の蓄積による障害と思われる。

実は、これまでは果樹に散布したボルドー液が地上に滴下しても、それは土壌の表層に蓄積する(大杉, 小沢 1938)だけで、深根性の果樹類ではその悪影響は殆どないとされてきた。

しかしながら、開園後永年にわたって銅剤を使用してきたブドウ園では、おそらく表土に蓄積している量は相当なものである。それが梅雨期になると、土壌の酸性化と相俟って溶出し、根により

第8表 ブドウ・デラウエアの砂耕試験におけるカリの施用濃度と芽の耐凍性(小林, 細井, 中西 1959)

K ₂ O濃度	160 ppm	80 ppm	40 ppm	0 ppm
健全芽	2(5.6)	2(5.3)	1(2.9)	0(0)
半枯死芽	19(52.7)	23(60.5)	18(53.0)	13(31.0)
枯死芽	15(41.7)	13(34.2)	15(44.1)	29 69.0)
計	36(100.0)	38(100.0)	34(100.0)	42(100.0)

注 -16°C×20時間

第9表 同上 リン酸の施用濃度と芽の耐凍性

(小林, 細井, 中西 1959)

P ₂ O ₅ 濃度	160 ppm	80 ppm	20 ppm	0 ppm
健全芽	5(16.1)	6(17.2)	2(7.1)	0(0)
半枯死芽	11(35.5)	16(45.7)	11(39.3)	17(53.2)
枯死芽	15(48.4)	13(37.1)	15(53.6)	15(46.8)
計	31(100.0)	35,100.0)	28(100.0)	32(100.0)

注 -16°C・20時間

吸収されることは容易に理解される。

ちなみに、許, 小林(1969)は、キャンベル・アーリー樹の葉面にボルドー液を散布した場合、それが降雨に遭い、葉上で銅(Cu)が溶出し葉内に吸収され、同じように葉脈が黄変しはじめる葉内含量は150ppm(対乾物)前後であり、落葉しはじめるのは200~300ppmぐらいであることをみている。いずれにしても、リン酸やカリの肥料的効果以外の作用を軽視することはできない。

第10表 カリオおよびリン酸の施用濃度を異にする各区の

剪定枝の浸出液の電気抵抗度 (小林, 細井, 中西 1959)

	160 ppm	80ppm	40ppm	20ppm	0 ppm
カリ施用	×10 ⁻⁵ mho	×10 ⁻⁵ mho	×10 ⁻⁵ mho	×10 ⁻⁵ mho	×10 ⁻⁵ mho
無凍結区	6.25	5.55	5.25	6.05	5.00
-20°C×12h区	9.10	8.69	9.50	10.20	10.50
リン酸施用					
無凍結区	4.54	4.76	5.55	5.70	—
-20°C×12h区	8.00	6.75	8.35	11.50	11.75

(注) -20°C×12h区の数値が小さいほど耐凍性は強い

第11表 キャンベル・アーリーの基部葉の黄変落葉と種々の散布剤の防止効果

(樽谷 1969)

主な成分	新梢1本当て黄変葉と落葉の合計(7月20日)	新梢の基部葉の葉分析 (6月25日, 散布後15日目)									
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	
無処理対照区	—	5.09	1.96	0.104	1.50	1.70	0.35	320	295	390	64
尿素区	N	3.97	2.28	0.116	1.05	1.03	0.43	243	330	230	66
硝酸カルシウム区	N, Ca	3.55	2.21	0.123	1.00	2.10	0.47	276	257	195	57
リン酸カリ区	N, K	1.82	2.19	0.231	1.25	1.78	0.40	257	245	135	76
サンピ多量要素区	N, P, K, Ca, Mg	2.27	2.13	0.145	1.15	1.70	0.38	285	280	245	120
サンピ微量要素区	Mn, B, Fe, Cu, Zn, Mo	3.74	1.97	0.130	1.05	1.80	0.40	216	270	250	80
サンピ3号区	前2者の綜合成分	2.15	2.02	0.166	1.00	1.90	0.45	225	257	202	127

(注) 1.調査した本数は各区で多少相違するが1区あたり161~193本である。 2.分析試料は葉柄および葉身で無処理対照区, 尿素, サンピ微量要素散布区では, 黄変葉の発生があり, 若干それを含んでいる。 3.葉面散布は6月3日および10日の2回であり, 裏面に約70%, 表面に約30%を目安とした。

欧 洲 に お け る 施 設 園 芸

三重大学農学部教授 位 田 藤 久 太 郎

冷涼な気候のヨーロッパ各地で、早くから施設園芸が発達した。温室面積はオランダの6000haについて西ドイツ、イギリス、ベルギー、スウェーデンなどの北欧に多く、南仏やイタリーにも産地がある。主な産地と、それらの地方の施設や肥培について紹介する。

産地と流通

1) オランダ

オランダでは温室面積の70%以上にそ菜が作られ、花は15%、果樹10%ほどである。

トマトは一部露地栽培できるが、大部分が温室で生産されている。キュウリとメロンは全部温室栽培である。

温室の約半分にトマトが作られ、その1/2ほどにキュウリ、さらにキュウリの半分ほどの面積にレタスが作られている。トマトは生産物の80%以上、キュウリとレタスは60%内外で、西ドイツ、イギリス、スウェーデンなどに輸出される。

温室そ菜は南西部の海岸に近い Hoek van Holland から、ハーグ、ロッテルダムにかけて集団産地がある。みわたす限り温室がつづき、暖房の煙突が立ちならぶ光景は壮観である。

トマトは12月から1月にかけて定植し、3月から夏季に収穫するものが多く、涼しいので盛夏にもよく生育し、十数段以上もとりつづける。

品種はほとんど Money maker のような直径4~5cm の赤色種である。小型赤色種は果実揃いがよく、収穫適期が長くて採取が週2回以上ですみ、表皮が硬くて輸送がきき、店もちがよい。これらの点は生産者も市場側にも都合がよい。

キュウリは Fi の sporu 種のような緑の濃い大型品種が作られている。収量が多くて10a 当たり20トンを超えることさえある。12月に定植し、早春から夏にかけて収穫するものが多く、周年的な栽培も行われる。

レタスはほとんど半結球種で、トマトまたはキ

ュウリと輪作される。無加温栽培は秋末から冬季に植えて3~5月に採り、加温のものは1月から採られる。

温室花きの主力は切花であるが、最近、鉢物も増えてきた。カーネーションとバラでおよそ花き温室の半分をしめ、他はフリージャ、チューリップ、スイセン、キクなどが作られ、生産物は西ドイツ、イギリスなどに輸出される。有名なアールスメールの花市場では、輸出花きが毎日市場を埋め壮観を呈する。

果樹はブドウが多く、一部にモモ、スモモが作られている。

2) イギリス

イギリスの温室栽培面積は1952年をピークにして減少し、最近10年に12%ほどへった。dittlehampton にある温室作物研究所園芸部の Seard 部長は、ポンド防衛の上からも高級そ菜や花の自給度を高める必要があり、そのためには先づ研究が必要だとして、温室作物の研究施設を充実し、いろいろな試験や品種改良をよくやっていた。

南欧からの輸入がふえ、英国で温室栽培が減少しつつあるのは、労力の不足と労賃の高騰、それにスーパーマーケット的な販売方式が増えて、品質の揃った品の大量需要が増えたからのようである。

イギリスでの温室生産額はトマトが最も多く、ついでマツシルームが多い。

第1表 イギリスの温室生産額

(年間、単位100万円、Seard 氏談)

品 種	金 額	品 種	金 額
ト マ ト	11,000	カーネーション	3,000
マツシルーム	9,000	バ ラ	1,600
キ ュ ウ リ	4,500	鉢 物	4,000
レ タ ス	1,500	促成球根花き	3,200
キ ク	3,800		

3) ドイツ

ドイツはヨーロッパでのそ菜花きの消費圏で、国内消費の5~60%を外国から入れている。そ菜はニンジン、ホウレンソウ、アスパラガスなどは、露地で広面積栽培されているが、果菜類は気候条件のよい南仏、イタリア、オランダなどから安いものが入ってくるので、大規模な合理化された温室栽培で、品質のよいものを作らなければならないといっていた。

温室栽培はハンブルグ、ケルン、ボン、フランクフルトなどの都市の近くで行われ、また最近オランダに近い西北部に、産地が作られている。パーペンボークは新産地の中心である。そ菜温室の面積はおよそ1000ha、花き温室は1700haある。

ドイツ人は花を好み消費が多い。地方の都市の広場で、早朝花市場の立っているのをよくみかけたが、花屋も多い。1人当りの花の消費はわが国の10倍以上である。

4) ベルギー

ベルギーのブリュッセル効外に温室ブドーの集団産地があり、ガンなどのアザレヤその他鉢物生産は有名である。

5) フランス

フランスでは温室栽培は南部に多く、パリの近くではオルレアンに産地がある。

オルレアン付近の温室栽培形式は、オランダに似ているが、トマトは中形の品種が作られていた。レタスは温室のほかフレームでの栽培もみられ、一農家で数アールのフレームを栽培していた。ナント付近にはとくにフレーム栽培が多いとのことである。わが国ではハウスやトンネルに代って、ほとんどみられなくなったフレーム栽培が珍らしい。

花き栽培はニース付近に多い。ニースは1月の平均気温が8°C内外で、温室のほかプラスチックハウスもみられ、カーネーション、キク、バラの切花生産が多い。

またカーネーション苗を大規模に生産している業者もあり、ヨーロッパのほかアメリカ大陸など全世界に向けて航空便で出荷している。

大規模な栽培に交じって、1戸100m²程度の小規模栽培もみられる。それらの生産品がイタリアやスペインのものと同様、品質が揃わないため北

欧市場でオランダに遅れをとっているが、気候にめぐまれているから将来性は大きい。

6) イタリア

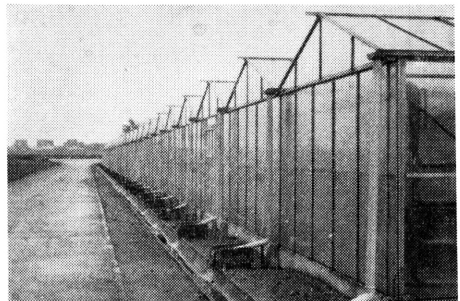
イタリアも南フランスと同じく、温かい地方に花きやそ菜の温室、あるいはプラスチックハウス栽培が行われ、花の輸出はオランダに次いでいる。

10月下旬に、シシリー島を一巡して施設栽培をみて廻ったが、わが国の高知と立地条件が似ていて、南または東に面した海岸地帯にカーネーション、バラ、トマト、ウリ類などを栽培していた。栽培技術はわが国にくらべると劣り、感心するようなでき栄えはあまりみなかった。

施設の型式と設備

ヨーロッパのそ菜栽培温室は幅3.2m、高さ2.2~2.5m、長さ30~40mの幅せまい棟が20も30もつらなる一いわゆる Dutch light house 型式のものが多く、1単位は1ha以上におよぶものが少なくない。屋根の構造は極めて簡単で、左右2枚のガラスがむねでつき合したようになり、数枚ごとに押しあげられる「天窗」(てんまど)になっている。

ダッチライトハウス (オランダ)



単価が安く、オランダでは3.3m²あたり60ギルダー(6000円)ほどで作られていた。

花き温室は6~12m幅の屋根の高い半鉄骨または鉄骨が採用されている。そ菜温室とも大型ハウスの有利性が認められつつあり、建材は亜鉛引鉄材の使用がふえようとしている。

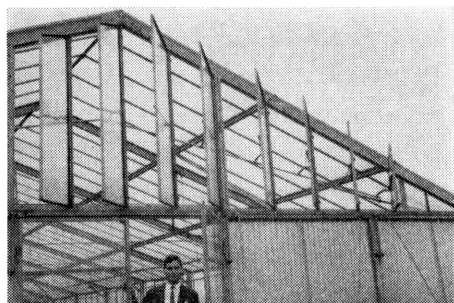
施設で注目されるのは、省力化の工夫である。室内の通路を広くとって、運搬機や耕耘機の使用に便にし、灌水は自動化が行きとどいている。

オランダやドイツでは、液肥を自動灌水機に入れて施す「自動液肥稀しゃく装置(そうち)」を、

換気に留意した新しい温室 (ドイツ)



同 上



多くの農家が採用していた。液の濃度を電気伝導度計で測定し、自動的に濃度を調節する設備である。20万円ほどの価格であった。

機械類の導入と、作業の分業化、大規模経営、荷造りを市場で行うため、農家は荷造りせずに出荷できることなどのため、労働生産性が高く、オランダではキュウリ、トマト栽培ともに1時間400~500円で、我が国の数倍になっている。1人当りキュウリは200m²、トマトならば300m²を管理し、日曜と土曜の午後には休む、余裕のある経営が行われている。

ロッテルダムの工場地帯に近い地方でも、工場との労力の競争を、それほど気にしていなかった。

温室の構造や新しい施設に関する試験が、国立またはそれに類する機関の研究所で活発



よくできたキュウリ (ドイツ)

に行われ、成果をあげている。オランダではワグニンゲンの園芸工学研究所、イギリスではベッドホードシャインにある国立農業工学研究所、ドイツではハノーバー大学の園芸農業工学研究所などは有名である。

肥培の実態

そ菜温室は一般に土壤消毒を行って、床土の入れかえをせず、毎年多量のピートを施し、進んだ栽培地では植えつけごとに土壤検定を行ない、それにもとづいて適正な施肥を行っていた。

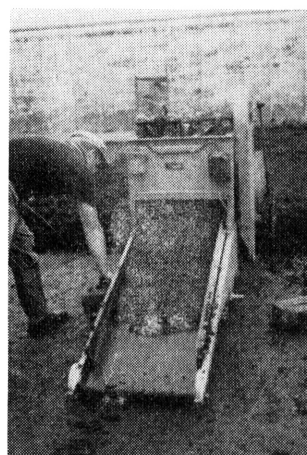
肥料は元肥に堆肥、血粉などの有機質肥料や化成肥料が用いられ、追肥には液肥が多くつかわれている。単肥では硝酸石灰、硝安、硝酸カリのような硝酸系肥料の使用が多く、そのほか硫酸、過磷酸石灰、硫酸カリが用いられている。

施肥量はキュウリは多く、レタスは少ない。ドイツのガイゼンハイム地方の例では、キュウリには10aあたりチッソ75kg、リンサン20kg、カリ75kg、トマトは30-15-30kg内外を標準に施していた。

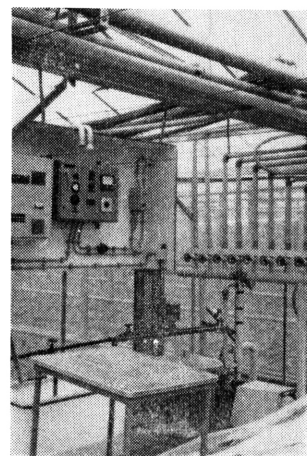
化成肥料は12-10-18、6-18-28のようにカリ成分の多いものが多く、苦土入りの(10-5-20-6)肥料も用いられていた。

液肥には10-10-10、12-10-12のものあるいは硝酸石灰、硝安、硝酸カリ単肥でもちいられ、浸透圧1/2気圧を標準にうすめ、生育のさかんなど

ピート鉢作り機 (ドイツ)



液肥自動稀釈装置 (オランダ)



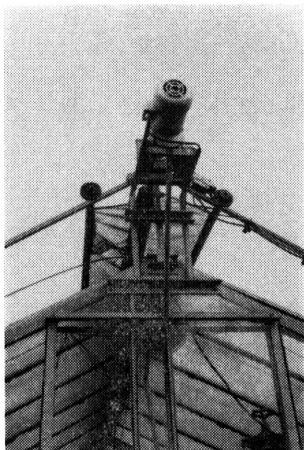
きは1気圧、苦土の多いときは $\frac{1}{2}$ 気圧内外にして使われる。

ピートはオランダやドイツの温室栽培地周辺で多量に得られ、ふんだんにつかわれている。

陸生、湖生の別があり、陸生のものは容水量が大きく、pHが低くて

MOその他の微量元素が少なく、褐色を呈し、育苗などにもちいられる。湖生のものはpH6~7で粘土を混じ、比較的微量元素に富み、黒色で堆肥と混用されることが多い。

自動遮光装置(ドイツ)



レタスハウスと自動かん水(フランス・ホルレアン)

トマトやキュウリの床には1a当たり1トン、カーネーションには2トン内外を毎年施している。1トン20ギルダー(2000円)ほどで、たやすく入手できるのはうらやましい。ピートの多施は塩類集積害を防ぐ一因にもなっているであろう。

ピートは床土に混入するほか、育苗ブロック作りに用いられ、水と肥料をくわえて育苗鉢作り機に入れ、たやすく作られる。8~10cm角のブロックが1時間に数千個作られ、果菜やレタスの育苗に、広くつかわれていた。

土壤検定

ドイツやフランスでも、農家が普及員を通じて試験場に温室用土を送り、料金をはらって分析検定してもらっている例をみうけたが、オランダでは、大がかりな組織をもって土壤検定を行ない、

肥培のよりどころにしているのには感心した。

オースタービークの土壤作物検定研究所や、ナールドワイクの温室果樹そ菜研究所内の付設検定研究所で、年間20万点の検定が行なわれている。

土壤検定所、供試土のうけつけ(オランダ)



これらの検定研究所は官立または公立ではなく、組織農民と栽培者によって作られた機関に属し、数億円にのぼる土の検定料金で運営経費がまかなわれている。農家は作付前に温室内の数カ所から採土し、まとめて1kg内外を袋に入れて検定所に送り、分析検定を依頼する。

簡易分析料金は10~15ギルダー(1000~1500円)、pH、EC、腐植、N、P、K、Mg、CaCO₃、MO、Zn、Al、Fe、B、Clなど完全分析は20~25ギルダー。

分析結果により施肥量、肥料の種類その他の肥培処方きめられるが、農家が分析依頼してから2週間以内に届けられる。

施肥量は試験場の長年の施肥試験例を参考にし、鉅質土壌では第2表の例のように施肥され、チッソとカリは有機質含量が20%あると2倍、30%含量のときは3倍量を施す。

第2表 土壤検定結果にもとづく施肥例

成分レベル	ト マ ト	レ タ ス	
mg/100g土	100m ² あたり硝酸石灰* 施肥量	〃	
N	0~3.0	15kg	10kg
	3.1~6.0	10	6
	6.1~9.0	5	3
	9.1~12.0	0	0
P ₃ O ₅	過石施肥量		〃
	0~3.0	8	10
	3.1~4.0	5	7
	4.1~6.0	3	3
6.1~8.1	0	0	
K ₂ O	硫酸加里苦土** 施肥量		〃
	0~6.0	30	10
	6.1~12.0	20	5
	12.1~18.0	10	0
18.1~24.0	5	0	

* N33%土のpHによっては硫酸をもちいる
 ** K₂O 27%, MgO 17%

欧米における

燐 硝 安 系 肥 料 の プ ロ セ ス

中央大学理工学部教授
工 学 博 士

安 藤 淳 平

1. 欧米の硝酸系化成肥料の使用状況

硝酸系化成肥料は、我国では以前から旭化成が造ってきたが、最近需要の伸びが著しく、他社でも生産が開始された。

欧州諸国では、従来から硝酸系化成肥料が化成肥料の主流となっているが、これはイオウ資源が比較的乏しく、硫酸が高かったことと、気温の低い北欧諸国では、速効性の硝酸態窒素の肥効が特に優れていることによる。

米国ではリン鉱石の硝酸分解法による化成肥料工場は6工場、化成肥料全体から見れば、硝酸分解法化成肥料の比率は小さい。これは硫酸が安く、湿式リン酸系の肥料が多く造られているためである。昨年夏ごろまでは、イオウが不足して価格が高くなり、硝酸分解系肥料時代が到来したのではないかと観測されたが、実際は硝酸分解工場は一工場が新設されるにとどまった。

その理由の1つは、米国では重過リン酸石灰やリン安の生産設備が過剰となり、製品も余って、新らしく工場設備をする意欲が乏しかったことである。

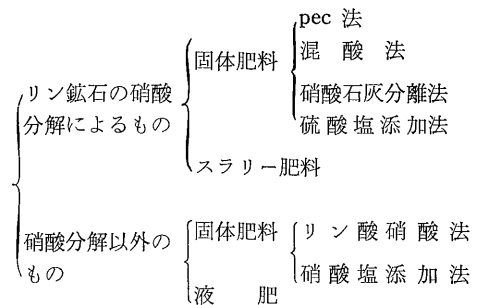
他の理由としては、リン鉱石やリン酸肥料の主産地であるフロリダから、農業の中心である米国中北部まで、3000kmもの距離を肥料の内陸輸送する必要上、高品位化が特に重要で、リン硝安系の20-20-0程度のものより、18-46-0の二リン安の方が、輸送コストの点で得をする点があげられる。

また、フロリダのリン酸肥料メーカーとしては、アンモニア源の天然ガスはテキサスから買うため、比較的高いので比較的Nが多く、 P_2O_5 の少ない硝酸系化成を造るよりは、Nが少なく P_2O_5 の多い二リン安、一リン安或は重過石などを造って売った方が有利である。

これらの点から米国内のリン鉱石硝酸分解工場が増加する見込みは多くないが、米国の化成肥料の場合はリン酸や過石、重過石をアンモニア化する際に、液安に硝安を溶かしたいわゆる窒素液を使用することが多いし、またリン安に硝安を加えて化成肥料としたり、液肥やバルクブレンドにも硝安を用いるので、硝酸態の窒素はかなり多く使用されている。

2. 硝酸系複合肥料の分類

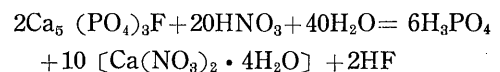
硝酸系複合肥料は多種多様であるが、これらは以下のように分類できる。



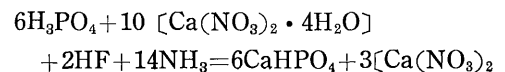
以下、主としてリン鉱石の硝酸分解による固体肥料製造のプロセスを中心に述べよう。

3. リン鉱石硝酸分解法の基礎反応

リン鉱石に硝酸を加えると、リン鉱石の主成分であるフッ素アパタイト $Ca_5(PO_4)_3F$ はつぎのように分解する。

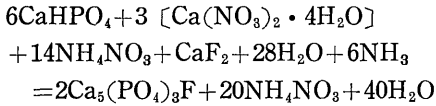


この際、生成した硝酸石灰はリン酸に溶けていて、そのままでは分離できない。この分解物にアンモニアを加えると、pH1付近で、リン酸の大部分はリン酸二石灰となる。





この程度ではまだ酸性が強いのので、さらにアンモニアを加えて中和していくと、pH2以上でリン酸分はフッ素アパタイトに戻る。



ここで生成するフッ素アパタイトは、元のリン鉱石中のものより結晶が微細で、しかも鉱石の場合のように、凝集せずに分散しているため、2%クエン酸には良く溶けてかなりの肥効を示す。

米国ではこの pH4 程度のスラリーを、スラリー肥料として使用している所もある。しかしこのアパタイトは、ペーテルマンクエン酸アンモンにはあまりよく溶けない。

4. 粒状肥料製造の各種のプロセス

(1) PEC 法

アンモニア化の際の、上述のアパタイトの生成を抑制して、ペーテルマン可溶性の粒状肥料を造る方法として、フランスや北欧の一部で行われている方法にPec法がある。(図1)

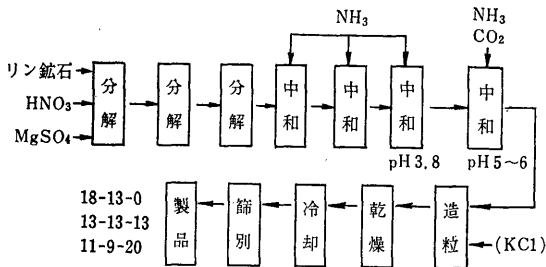


図1 pec 法 (炭酸法)

硝酸分解物に少量の苦土塩を加え、アンモニアとともに炭酸ガスを吹込むと、アパタイトの生成はほぼ抑制され、リン酸は大部分がリン酸二石灰として製品に含まれる。銘柄は18-13-0、13-13-13、11-9-20などである。この方法では、水溶性リン酸はほとんど含まれない。

製品中に水溶性リン酸を含ませるためには、CaOとP₂O₅のモル比を、2以下にする必要がある。リン鉱石のCaO/P₂O₅モル比は約3.5である。モル比を2以下にすることにより、アパタイトの生成もかなり抑制される。

(2) 混酸法

リン鉱石の硝酸分解物に湿式リン酸を加えるか、またはリン鉱石をリン酸と硝酸の混酸で分解し、CaO/P₂O₅モル比を1.5程度とし、アンモニア化し、カリを加えて造粒して20-20-0、15-15-15程度の製品を造る。リン酸水溶率は30~40%である。

湿式リン酸の代わりに硫酸を加えると、セッコウを生成する。セッコウはアンモニア化に際して分解し、カルシウムがリン酸と結合してリン酸分の水溶率や可溶率が低下し易い。

米国のT.V.Aで開発された方式を図2に示す。

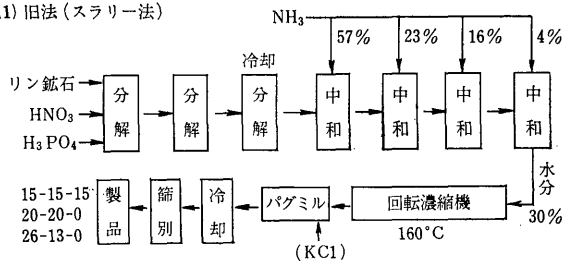
(1) のスラリー法は以前に研究されたもので、中和槽を多段式とし、冷却しながら徐々にアンモニア化することによって、アパタイトの生成を抑える。この方法によるリン酸の可溶率(AOAC法)は93~98%である。

Pec法も最近では硝酸とリン酸を使用し、多段式のアンモニア化を行うが、中和槽にU字型のものを使用する点や、造粒機と乾燥機を兼ねたSperodiserを使用する点がT.V.A式と異なる。(図3)

T.V.Aでは新方式として、図2の(2)に示すように、中和槽でpH1.5程度にしたスラリーをT.V.A式アンモニアターグラニューレーター(AG)でアンモニア化し、造粒する方法を採用している。

この方法では、リン酸分のAOAC可溶率は常に99.5%以上に達する。

(1) 旧法(スラリー法)



(2) 新法(AG法)

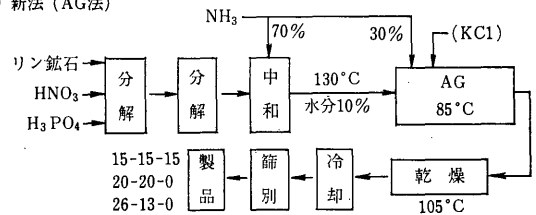


図2 T.V.A 混酸法 (リン酸添加法)

これは、アパタイトが生成しないためと考えられていたが、筆者のT. V. A滞在中の研究によりアパタイトはかなり多量に生成するが、水分の少ない状態で、急激なアンモニア化により生成するために、結晶が成長せず、微細でコロイド状であるために、中性クエン酸アンモンに溶解することが明らかになった。2%クエン酸にも完全に溶解するが、ペーテルマン可溶率は80~90%にとどまる。

これに対し旧法の多段式の場合は、アンモニア添加をコントロールして徐々に行うので、アパタイトの生成量は少ないが、生成したアパタイトは結晶がよく成長するので、ペーテルマン液にはもちろん中性クエン酸アンモンにも溶け難い。

一方、アパタイトが生成すると、リン酸二石灰が生成する場合にくらべて水溶性リン酸の量が増す。中性クエン酸アンモンや2%クエン酸に溶けるコロイド状のアパタイトが生成し、これによって水溶性リン酸が増す場合と、アパタイトは生成せず、リン酸二石灰が主体となってリン酸水溶率がやや下がる場合と、いずれが肥効が高いかは興味がある。

Pec法や混酸法の工場は欧州に30以上あり、年間500万トン以上を生産している。米国の硝酸分解工場は、大部分が混酸法である。

③ 硝酸石灰分離法

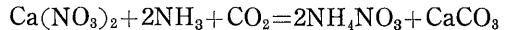
硝酸石灰の溶解度は低温では低いので、リン鉱石の硝酸分解物を常温以下に冷却すると、硝酸石灰の大半が結晶として析出する。この結晶を分離し、母液にアンモニアを加え、濃縮して造粒する方法がOdda法である。(図4)

この方法の特許は、ノルウェーで1920年に取得され、1935年に工場が造られ、以後欧州各国に普及した。分離した硝酸石灰は硝酸で洗い、アンモニ

アで中和し、加熱融解させて、塔上から降らせてプリルとする。主成分は $5Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3 \cdot 10H_2O$ の形態の複塩で、我国にも少量輸入されている。

Odda法は当初冷却温度20°C、石灰除去率60%、リン酸水溶率30%程度であったが、最近ドイツでは5°Cまで冷却して石灰75%程度を分離、リン酸水溶率50%程度の製品をプランジャー造粒で造っている。銘柄は20-20-0、塩化カリを用いて15-15-15、13-13-21、硫酸カリを用いて12-12-20などである。

なお、ドイツでは硝酸石灰の需要は減っており、最近では、硝酸石灰の大部分はアンモニアと炭酸ガスで分解して、硝安と炭酸石灰の混合物としてプリル化している。



ノルウェーのNorsk Hydro社では、リン鉱石の硝酸分解物を-5°Cまで冷却して、石灰の85%程度を除去し、プリル法によりリン酸の水溶率80%程度の製品を得ている。石灰を多く除くので製品の品位は高くなり、20-30-0、16-16-16、13-20

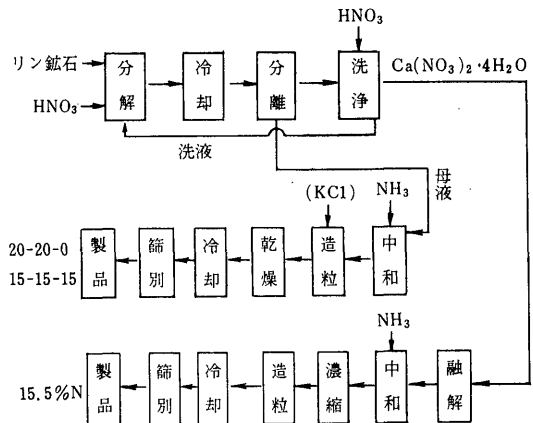


図4 Odda法

-20程度に達する。アメリカにも、この法のNorsk Hydro法の工場が一工場建設中である。

Kampka Nitro法は、Odda法の部分的変法であり、硝酸石灰を分離した母液中に少量のリン鉱石を加え、遊離の硝酸と反応させることを特徴としている。これらのOdda法の工場はヨーロッパに11以上あり

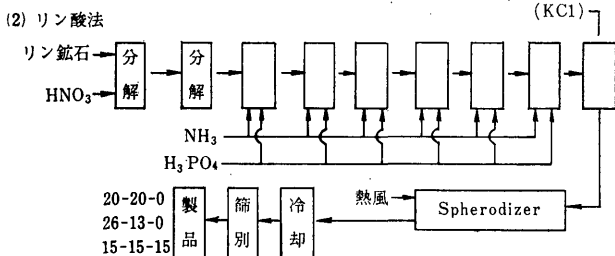


図3 Pec法 (リン酸法)

年間約400万tの化成肥料を製造している。

(4) 硫酸塩添加法

リン鉱石の硝酸分解物に硫酸、硫酸カリなどを加えて、生成するセッコウを分離する方法である。硝酸カリを使う方法は旭化成で開発された。

硫酸を使う方法はオランダのDSMで開発され、硫酸としてはカプロラクタムの副生硫酸が用いられる。

硫酸を添加し、生成するセッコウを、炭酸ガスとアンモニアで分解して硫酸と炭酸石灰とし、炭酸石灰を分離して硫酸を循環させて使用する方法（硫酸循環法）は、米国のT. V. Aで中間試験が行なわれている。

Auby法では、硫酸を添加し生成するセッコウは分離しない。このため装置は簡単であるが、成分は低くなり、またアンモニア化の過程でセッコウがかなり分解して、リン酸分の水溶率は低くなるようである。

5. 各種のプロセスの比較

以上のプロセスのうち、混酸法（リン酸添加法）では、製品のリン酸の大半は湿式リン酸に由来するので、かなりの硫酸を消費する。一方、この方法の装置は、一般のリン安系スラリー造粒の装置と大差なく、リン安系と組合わせて多種多様の銘柄の製品が造られる。

Qdda法では硫酸は全く不要であるから、硫酸が高価なヨーロッパ諸国などには適している。装

置はやや複雑であり、経済的に生産するためには、大規模であることを要する。

Norsk Hydroでは2系列で1日2,500t、BASFでは3系列で1日3,000tという大規模な生産を行って、経済性を高めている。また多量の硝酸石灰を副産するので、その処理が問題である。

硫酸塩添加法ではセッコウを副生するので、その処理が問題である。硫酸循環法ではセッコウは副生しないが、多量の炭酸石灰を副産する。また硫酸循環法や硫酸添加法では、製品のリン酸水溶率を高めるために、硫酸を多く用いて石灰を十分除くと、N:P₂O₅の比が2:1に限定される点が不利である。この点、硫酸カリ添加法ではNが多くなり過ぎることを防ぐことができる利点がある。また塩化カリを使用する硝酸化成は、組成によっては燃焼性があるが、硫酸カリを用いれば燃焼性がない点も利点である。

イギリスではリン鉱石の硝酸分解は行なわれず、硝酸とリン酸にアンモニアとカリを加え16-16-16程度の製品を造っている。

これはイギリスでは、水溶性リン酸については農民が使用する場合に補助金が与えられるため、農民が水溶性の製品を望むという特殊事情に依っている。リン鉱石硝酸分解法の合理性は、イギリスでも認められている。我国でも硝酸系化成肥料は着実に伸びて行くものと思われる。

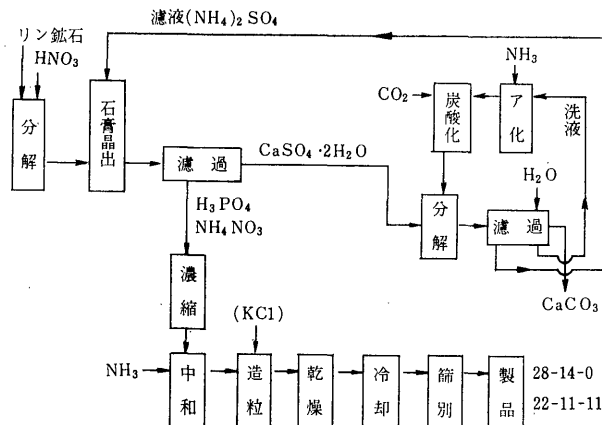


図5 硫酸循環法

牧草における窒素栄養の問題

広島大学草地学研究室 尾 形 昭 逸

はじめに：

我国における水稲作を中心とした農業事情が、急激な変革を余儀なくされるようになり、これに伴って、牧草、飼料作への関心が高まってきた。

しかし牧草や飼料作物は、米麦その他一般普通作物と異なって、最終生産物ではなく、あくまで中間段階の生産物であり、それ自体流通性をもつことは現在ではきわめて稀薄である。

すなわち、牧草や飼料作物生産の意義は、家畜の腹を経てはじめて生ずる。このようなことから、牧草や飼料作物の肥培、管理は普通のそれとは異なった、いくつかの重要な点があることは容易に想像される。

まず、第1の点は、牧草はその生育過程を中断して茎葉を収穫、利用し、再生長、利用を反復することである。

第2の点としては、家畜に常時良質の、また平均した粗飼料を給与しなければならない必要から、年間可能なかぎり、平均した生産を目的とするような管理法をとらなければならない場合や、また一時期に多収を目標とした栽培法をとらなければならない場合等、利用型式に合致した粗飼料生産をしなければならない。

第3の点としては、牧草は多くの場合単一種類で播種されることはまれであり、草種間の競合、共生、そしてのぞましい植生構成割合を維持する必要がある。

第4の点としては、飼料作物の場合をのぞき、草地の維持年限に対する考慮が払われなければならない。

第5の点としては、家畜に対する飼料として、普通作物とは異った形での質の問題や、栄養収量の問題がとらえられる。

したがって、牧草や飼料作物における窒素栄養の問題は、普通作物と異なったとらえ方をする必要が理解できるし、またその問題も決して単純で

はないものと気がつく。

牧草における窒素栄養の意義：

窒素は蛋白質、アミノ酸の主要構成要素であり、動物、植物をとわず原形質、核酸、その他生理的に重要な、多くの生体物質に不可欠の要素である。

植物は通常、無機態の窒素であるアンモニア態か、硝酸態の窒素を根から吸収する。この無機態の窒素は植物体内でアミノ酸、蛋白質へと合成される。この植物で合成されたアミノ酸、蛋白質等は、更に家畜に利用されることになる。

したがって窒素の供給は、牧草の生育にとって不可欠のものであるばかりでなく、家畜の栄養状態や、またその生産性を左右する大きな因子として重要である。

一般に牧草に対して窒素を多用すると、葉やまた細胞が大きくなり、多汁化する傾向になる。また牧草中の蛋白質含量をはじめ、可溶性の含窒素化合物含量が増加する。と同時に、蛋白質の合成に用いられる炭水化物量が増して、その含量は低下する傾向を生ずる。

しかし葉面積が充分に拡大されて、光合成が強化し得るような場合は、窒素含有率の上昇が認めがたいこともある。また一般普通作物と同じように、生育初期の窒素の施用は乾草重量の増加に寄与し、後期の追肥は蛋白質含量の増加に寄与すると考えられている。

窒素の供給が不十分であると、牧草の生育は抑制され、細胞も小型で厚膜化し、葉は黄化してくる。さらにイネ科の牧草は、マメ科の牧草に比較して窒素に対する要求が強く、また窒素多用の効果があがる。第1表は、この間の関係を示す実験の結果である。

さて、牧草に対する窒素の供給は、乾物生産あるいは蛋白質生産の増大に必要不可欠の要因ではあるが、しかし反面窒素の多用は、普通作物の場

合とは異なった効果を生むことになる。以下、項を追って示すことにする。

第1表 イネ科牧草とマメ科牧草の乾物生産速度に対する窒素施用の効果 (原田) 1967

草種 初年刈取 施肥量 N・kg/ha	アルファルファ		オーチャード グ ラ ス	
	1 番 草 kg/日/ha	2 番 草 kg/日/ha	1 番 草 kg/日/ha	2 番 草 kg/日/ha
無 窒 素	18.6	85.2	27.0	32.1
N 100	18.4	90.7	30.3	47.4
200	21.5	89.1	34.7	63.4
300	23.2	99.6	47.0	80.0
400	14.8	96.0	43.0	64.6
500	13.3	96.5	41.1	61.0
600	13.9	78.2	25.6	61.6
700	7.8	52.8	22.9	54.8

窒素の供給と草地植生構成比率:

前の項でもふれたが、草地は多くの草種の混播によることが多い。単にマメ科とイネ科の混播ばかりでなく、イネ科同志で各種混播することがあり、また雑草と共存することもある。

このように混播草地に対する窒素の供給は、草地の植生の構成を変えることがある。たとえばマメ科とイネ科の混生比率が、窒素供給の過不足によって変化することは第1図に示したとおりである。すなわち、窒素の多用はマメ科比率を低下せしめる。

また、一般に畑地の一年生雑草は(著者らの試験によると)窒素に対する要求は高いが、反面磷酸要求は低く、窒素単一の供給は、草地造成時においては牧草の定着を不良にし、管理段階では、雑草の侵入を招く危険が大きくなると考えられる。

第1図にも示したが、窒素の多用はマメ科比率を低下せしめるが、イネ科の牧草だけで充分な乾物生産をあげ、蛋白質収量をあげることも可能ではある。

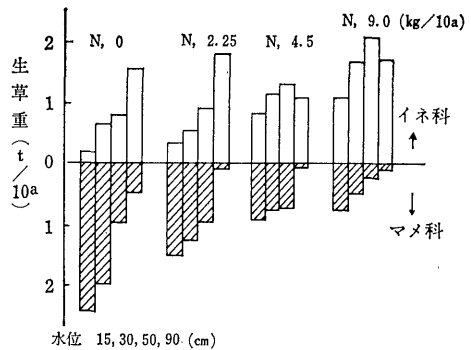
この場合、乾物生産や蛋白収量はあがるが、飼料中の K/Mg+Ca 比率で示されるミネラルバランスがくづれ、家畜の栄養保持上問題となることが予想される。この牧草中の K/Mg+Ca 比率の適正な比率の飼料をあたえないと、グラスステーター等の発生の危険のあることが指摘されている。

このことはイネ科とマメ科が窒素の供給に対する反応のしかたが異なることによることと、第2表に示したように、イネ科とマメ科の牧草では、

第2表 イネ科とマメ科牧草のミネラル平均含有率

乾 草 含 有 率	イネ科 平 均	マメ科 平 均	マメ科 イネ科 比 率
マグネシウム (MgO %)	0.12	0.39	325
カルシウム (CaO %)	0.42	1.41	335
カリ (K ₂ O %)	2.13	2.18	102
銅 (Cu 0 ppm)	7.3	8.9	122
コバルト (CO 0 ppm)	27	74	274

その体内のミネラルの含有状態にいちじるしい差があることによるものである。



第1図 排水水位を異にした窒素施用量が、マメ科、イネ科牧草の生育に及ぼす影響 (泥炭地3年目2番草) (早川 3. 1964)

牧草、飼料作物中の硝酸含有量:

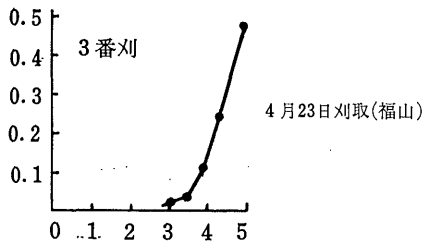
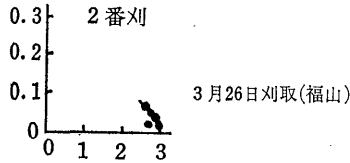
牧草や飼料作物に窒素の供給を豊富にすると、乾物生産や、蛋白質収量は増加するが、他方、植物体中に硝酸態窒素が集積するといわれている。この植物体に集積した硝酸態窒素を家畜が摂取しすぎると、中毒をおこす。プラットレイによると、乾草中に硝酸加里として1.5%を越す場合、致命的の生理障害を引き起すという。

早川、小梁川らによると、北海道地域でオーチャードグラスに対して収量限界近くまで窒素を多用しても、その硝酸含量は家畜に危険なほど増大しなかったとのべている。

他方、森らによると、東海道近畿地域においてソルゴーに窒素を増用すると、その収量限界以前で、硝酸含量が危険なほど高くなったといっている。

このように窒素の多用により、飼料中の硝酸含量は牧草の種類、気候条件によって異ってくる。多くの牧草や、飼料作物中の硝酸態窒素の集積に

ついでに、アンモニア態窒素を用いて行っている。また第2図に示したように、窒素多用により植物体中の全窒素含有率が増すが、これともなう硝酸態窒素の含量は、必ずしもいつも同じように増大するとは限らない。



第2図 刈取葉茎部の全窒素含有率とNO₃-N含有率との関係 (イタリアンライグラス) (諸遊ら, 1967)

このように、窒素多用により牧草中に硝酸態窒素が集積する様式は、いろいろの条件によって異なってくる。

まず第1に、植物の部位によって硝酸態窒素の含有のしかたが異なる。第3表に、著者らが得た試験成績の一部を示すことにする。

すなわち、どんな牧草でも程度の差こそあれ、緑色の葉部よりは、葉緑素をもたない茎部、葉鞘部に硝酸態窒素含量が高く10倍に達することもある。したがって植物地上部中の硝酸態窒素含量は、葉部と茎部の重量比の変化によって変ると考えられる。

また、江原らはバヒヤグラス、パーミューダグラス等暖地型牧草中の硝酸態窒素は、日照条件の差によって大きく変化することを示した。

硝酸態窒素の集積は、植物によって吸収されたものが、未同化のまま植物体中にとどまっているためのものと考えられ、十分な日照と、また日照をいかし得る葉緑素をもった活性の葉の面積が確保されると、抑制できるものと考えられる。

さらに植物中の硝酸態窒素は、土壤中より供給されるもので、植物体中で他の形態の窒素から変

第3表 各種の牧草中のNO₃-Nの含有状況

(尾形, 古本) 未発表

		培養液中 N 濃度	緑葉部	茎部
			NO ₃ (N)%	NO ₃ %
暖地型 イネ科牧草	ローズグラス	0ppm	0.0020	0.0390
		60	0.0090	0.0450
		240	0.0150	0.0795
	ダリアグラス	0	0.0015	0.0300
		60	0.0315	0.0225
		240	0.0180	0.0645
寒地型 イネ科牧草	オーチャード グラス	0	0.0075	0.0345
		60	0.0025	0.0270
		240	0.0486	0.0705
	チモシー	0	0.0075	0.0150
		60	0.0150	0.0180
		240	0.0525	0.0675

化して集積するとは考えられない。そこで、土壌の硝酸の供給如何が問題となる。

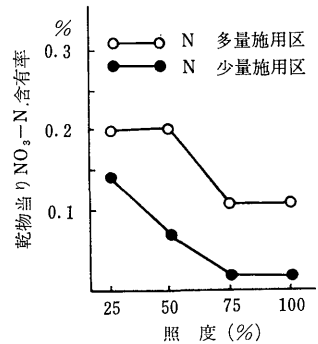
すなわち土壌温度や酸度が充分であれば、アンモニア態窒素でも、畑地条件できわめてすみやかに硝酸化成作用をうけて、硝酸態窒素に変化する。

このようなことを考えると、多肥により、多収を目標とする牧草作りや飼料作物栽培の場合、硝酸含量の低いものを作るような方途を考えるべきである。

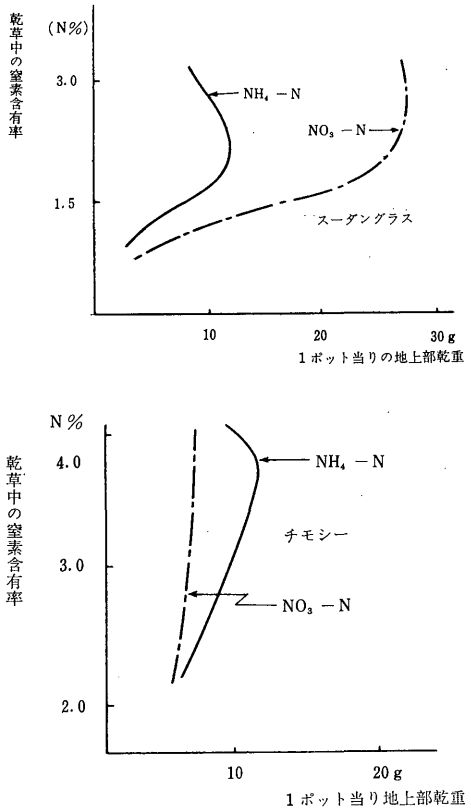
各種の窒素肥料と牧草:

牧草や、飼料作物として利用されているものの種類は数多い。畑作物の多くは水稻と異なっていて、アンモニア態窒素より硝酸態窒素を好んで利用する。さらにイネ科よりマメ科作物は、好硝酸態窒素植物であると考えられている。したがって、前項でのべたことと矛盾する所が大きい。

ただ第4図に示したように牧草の種類によって、より硝酸態窒素を効果的に利用するものと、



第3図 遮光栽培におけるバヒヤグラスの地部に含まれるNO₃-Nの濃度 (江原ら, 1968)



第4図 牧草の生育に対する NO₃-Nと NH₄-Nの影響 (尾形ら, 未発表)

アンモニア態窒素を利用するものがあるようである。

また第4表に示した、著者らの燕麦を使用しての試験によると、硝酸態窒素はアンモニア態窒素の場合に比較して、根部の成長をおさえることはなく、地上部/地下部比率が低いのが特徴であると考えられる。

したがって、芝生の芝草だとか、ゴルフ場の芝生のように、永続性や耐久性をより問題にする場合の、合理的な窒素の施与の方式を考える場合、窒素質肥料の形態を考慮すべきだと考えられる。

さらに各種窒素質肥料をオーチャードグラスに施与した試験成績(北農試草地開発部)を第

5表に示した。これによると、石灰窒素をのぞき、他の各種窒素質肥料の乾草生産に対する効果に、大きな差はないようである。しかし、家畜の栄養にとって重要な石灰やマグネシウムの牧草中濃度に、かなり異なった影響があるようである。

たとえばグラスタニーに関して著名なアンドレ、ポイソンは、石灰や苦土と加里の間の好ましいバランスを保ち、春先き放牧時に惹起しがちなグラスタニーの予防には、秋肥としては硫酸アンモニウムよりも硝酸石灰等の形の窒素質肥料の使用がのぞましいと述べている。

おわりに:

牧草作り、あるいは飼料作物に対する窒素質肥料の使用が重要であることは、いまさらここで強調する必要のないところである。

しかし窒素肥料としてあたえた窒素は、牧草や飼料作物が吸収し、蛋白質に合成し、さらにこれを家畜が利用して、はじめて畜産物の生産が可能になる。

このようなことは、普通作物とは異なって窒素の利用に関しても迂回した形となる。

したがって我国の畜産における窒素の利用に関しても、できるかぎり地力窒素を引きだす方向の粗放な形式と、また土地条件のきびしい制約のもとにおける、多窒素利用による集約形式の極端なる

第4表 燕麦の完熟期の器官別生育量ならびに窒素含有率

(対乾物 N%および10個体乾物重量)

(尾形) 1963

器官別 培養液 N濃度	項目	葉 部		莖 部		穂 部		根 部	
		N%	乾物重 g	N%	乾物重 g	N%	乾物重 g	N%	乾物重 g
NH ₄ -N	0	0.29	10.8	0.41	10.2	1.30	20.7	0.60	11.6
	10	0.52	55.1	0.59	23.7	1.76	58.8	1.12	16.9
	20	0.86	50.1	0.66	17.7	1.96	72.5	1.27	8.7
	30	1.14	43.6	0.69	13.5	2.22	60.8	1.59	7.3
	40	1.38	37.1	0.89	10.2	2.50	38.5	1.85	7.0
	80	1.65	25.4	1.27	9.1	2.77	21.0	2.19	5.7
	160	2.08	19.8	1.67	8.3	2.85	14.7	2.46	3.8
NO ₃ -N	10	0.31	40.4	0.48	28.8	1.52	51.1	1.18	15.8
	20	0.71	54.8	0.50	31.1	1.83	70.5	1.17	20.0
	30	1.05	56.0	0.54	39.0	2.03	80.7	1.36	18.6
	40	1.28	67.7	0.62	44.5	2.15	90.0	1.50	23.8
	80	1.48	76.2	0.67	47.3	2.32	106.5	1.64	25.7
	160	1.79	86.5	0.88	48.7	2.41	108.5	1.72	26.7
	240	1.85	86.0	0.86	43.6	2.53	115.2	1.70	23.5

第5表 各種窒素質肥料のオーチャードグラスの生育と無機成分含有に対する影響 (昭和42. 北農試草地部)

形式があらわれるかも知れない。

いずれの場合にしろ、家畜の栄養を良好に保ち、その生産をより有利にするための牧草作りや、飼料作をしてゆかなければならない。

このためには、これからの窒素質肥料の使用が極めて意味が大きい。

	無窒素	石 灰 窒 素	塩 安	硝 安	硫 安	尿 素
乾 草 収 量 3年間合計kg/10a	1,439	2,086	2,401	2,441	2,395	2,337
1 番草石灰含有率 Ca 0%	0.40	0.42	0.38	0.45	0.44	0.47
1 番草マグネシウム含有率 Mg 0%	0.33	0.36	0.30	0.30	0.32	0.29
1 番草加里含有率 100%	4.17	4.35	4.44	4.70	4.37	4.38

緩効性窒素肥料の意義

農業技術研究所・肥料化学科長

早 瀬 達 郎

「緩効性」とは何か

冒頭に作家の言葉など引用することは大変キザで気が引けるが、山口瞳が何かの雑誌に「昨日の歴史はどんどん忘れてしまって、今日に生き、明日を考えればよい」と書いている。

たしかに、ものによってはその生い立ち、命名の由来など詮索しても仕様がないのであるが、どうもこの「緩効性」という言葉が何時頃から盛に使われ始めたか気になって仕方がない。

そこで、この小稿を依頼されたのを機会に手許にある資料で少しばかり調べてみた。

戦前には緩効性肥料という言葉は見当たらないがいわゆる緩効性肥料の試験研究がなかったわけではない。ただ、有機質肥料や地力窒素との関係において、「難溶性」、「難分解性」、「遅効性」などの言葉は多く用いられている。

戦後わが国で最も早くウレアホルムについて研究発表されたのは故春日井先生と滝下氏であるが日土肥誌(1949年)に両者が出された論文には、「遅効性」という言葉が見出される。また、その一年前1948年に同誌に発表された中村輝雄氏・渡辺(現・辻元)正氏のヘキサメチレンテトラミンに関する研究も、やはり「遅効性」の語が使われている。

あまりはっきりはしないが、その当時までは緩効性という言葉よりも、遅効性という語の方が一般化していたようである。もちろんそれ以前にも「肥効の持続・継続」という言葉は文献に頻繁に出てくる。

それが1952年頃からは、いわゆる学術論文ではなく、感想文や随筆じみたもの、または講演などで「緩効性」という言葉が使われる頻度が高まっ

てきている。

その原因の一つには、欧米の文献にあらわれた「slowly available」や「gradually available」などの語に影響されたものではないかと思われる。

1946年 Yee と Love が、始めてウレアホルムの肥効について発表してから、毎年これに関する多くの論文が、Soil Science Soc. Amer. Proc. や J. Amer. Soc. Agronomy などに掲載された。

これらの論文の中には、前記の二つの語のほか「controlled availability」などという語も用いられており、最近 T.V.A の連中がよく用いる言葉としては、「controlled release」がある。

このような事情なので「緩効性」という言葉も昔は同一物が「遅効性」と云われていて、現在は単に用いる頻度が逆になったのだと云えそうである。

こんなことを長々と述べてきたのは、速効性、緩効性、遅効性と分けることが、どれだけ意味があるかという問題と、その分類に対する理想的な窒素肥料の形態の関連があるかどうか—という問題のためである。

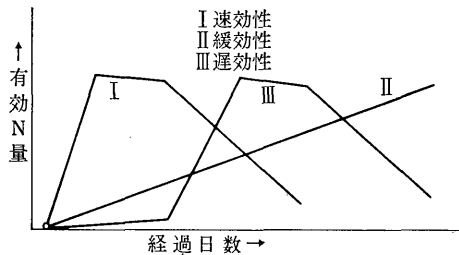
私はこら思う

元来、言葉は自然発生的なものであるから、時代や時期によってその意味する内容も変るし、完全で明らかな定義をつけることは、ほとんど不可能に近いともいえる。

そのため、この速効性・緩効性・遅効性という言葉も、ごく常識的な範囲で考えてみたらどうであろうか。

5年ほど前、関西土壌肥料協議会で、この3種

類の言葉を窒素肥料の場合、次図のように考えられるのではないだろうか提案してみたことがある。非常に単純な考え方である。



窒素の無機化傾向の差異からみた肥料の種類

その後、T大学のM教授、H大学のI教授に、「緩効性」とはこのようなものではないでしょうかとかがった時、両先生ともそんな単純なものではない—というお教を頂いた。

たしかに云われるとおりであろうと思うが、頭の弱いせい、あまり複雑に考えると後の処理がつかなくなるので、しばらくはそのまま押し通すことに決めてきた。

土壤中の窒素の効果と2つの要因

土壤中の窒素は、有効態が、室内試験で温度上昇効果とか乾土効果として測定される。この窒素は、化学肥料として投与した窒素よりも吸収率が高い。

その値は通常でも2, 3割高く、施肥法が悪ければ5割以上も高くなる。この差の起きる原因としてはほかにもあろうが、

① 土壤中の窒素は、地温の上昇とともに徐々に無機化し、作物に絶え間なくゆっくりと効いてくるのに対し、速効性の化学肥料は元肥だけならばもちろん、何回にも分施するにしても、施肥直後の一時期にだけ窒素濃度が高まり、流亡、固定、脱窒のために、まもなく濃度が低下し、大きな波の繰り返しになる。このため作物の生育速度というか、窒素の需要量の変化についていけない。

② 土壤窒素の無機化は土層の相当深いところまで徐々に行なわれるが、化学肥料の場合は、意識的に全層施用とか深層施用を行なわなければ、根系の発達に取り残され、土壤表面に近い局部施用にならざるを得ない。

これら2つの原因を考えただけで、速効性窒素肥料の施肥では、こと作物が窒素の過剰と飢餓の

繰り返しを行なうことになり、生育全般に良いわけが無いことになる。しかし、だからと云って、一定速度で徐々に徐々に分解有効化していく窒素肥料が、良いとはいえない。

作物の窒素時期別需要量は、作物の栽培時期によるちがいもあり、またそれぞれの作物のそれに対する特性もあるからである。

前掲の図の3つの曲線は、どれをとってもそのような作物の時期別窒素需要量を満足させるものではないことを容易に推測させる。

ただしこの図は、すべて元肥に施用した場合を想定したものであり、施肥時期をずらすことにより、また一定速度で、徐々に分解有効化する緩効性窒素肥料と、施肥後、任意の一定期間後に分解有効化する遅効性窒素肥料が開発されるならば、それらと、通常速効性肥料とを適宜に混合することにより、分解有効化の時間的要因だけは解決つきそうである。

しかし、これだけでは、前述の第2の要因—施肥位置の問題の解決とはならない。

最初に3種配合を全層施用すれば良い—という議論も、なり立たないではないが、これは今後の施肥機械と、肥料成分濃度の問題がからんでくる。

これらの問題を考慮の外に置くとしても、施用する緩・遅効性窒素肥料の溶解度・拡散の程度・土壤吸着の程度というような肥料の理化学性が関連してくる。さらに土壤微生物の影響が硝化作用・脱窒作用の面からあらわれるであろう。

このような種々の要因の影響を、すべて調節しようような緩・遅効性肥料の開発は、現在のところ困難であると云わざるを得ないであろう。

T.V.Aの連中が緩効性窒素肥料を“controlled release” nitrogen fertilizer と名付けていることは、その意味では意気壯ではあるが、現状では付けも付けたりの感がするのである。

米国で、緩効性窒素肥料としてウレアホルムが市販されたのが1955年、日本で東洋高圧がウレアホルムを始めて市販したのが1958年であるから、緩効性窒素肥料も商品化されてすでに15年経ったわけである。

この間にI B・CDU・グアニル尿素が次々と開発され市販された。この他にも、開発・商品化

されそうなものはあったが、現在評価の定まったものはこの4種類である。

これら4種の肥料は、それぞれ肥効の発現様式、土壤中の行動が既往のあらゆる窒素質化学肥料と異なる。

その意味で大変大きな進歩である。また今後開発されるべき緩・遅効性肥料の原型もしくは基本的タイプとも思われる。

しかし、肥効の持続性・人為的調節という点でそれぞれに一長一短があるとともに、4種類全体としてみた場合、理想的形態には、ほど遠いと云わざるを得ないであろう。

他方、1962年、米国のADM社が開発したコーティング肥料（正式には *coated fertilizer*、被覆肥料）に刺戟されて、わが国でもこの種のもの種々試験・研究されている。この場合も被覆材料・被覆方法により、肥効発現様式は異なってくる。

前述の緩・遅効性肥料と異なり、被覆肥料の場合、被覆資材の土壤に対する影響の問題および他成分との関連という問題で、また解決されない点が多く、すぐには市販されないかも知れない。

しかしこの種の新肥料は、一種類の試製品が市販されると試験・研究も非常に進捗し、またさらに優良な製品の開発が促進される傾向にある。そのため、早く実用し得る製品が市場に現われることが望まれるが、前述の問題点があるため、業界としても慎重にならざるを得ないであろう。

肥料工業の変貌と新肥料

最近、肥料工業界は、アンモニア合成の大型化の進歩とともに、両編されていくようである。それに伴ない、独立した化学工業としてではなく、また化学工業の一分野としてでもなく、広範囲の化学工業分野を全工程とした、企業生産のうちの一工程として認識しなければならなくなってきている。化学工業合理化の面から考えた場合、また肥料を輸出資材として考えた場合、このような動きは至極当然のことである。

このような肥料工業の変貌において、新肥料を目的生産することはどの程度可能であろうか。

一方、わが国の農業がおかれている現状および将来のあるべき姿を考えた場合、その主要資材である肥料のより高度の改質、良化には眼を閉じたり、忌避したりすることは許されないところである。

一見、方向が完全に喰い違ったように見える、この二つの要請を結びつけ、さらに、却って互にプラスするような方法を見つけなければならぬ。これに一面でも合致した窒素肥料が、戦後登場した尿素と塩安であろう。

前述の現在市販されているCDU・IB・グアニル尿素も、規模こそ違え、同様に工業と農業の要請に合致して実現したものと解釈できる。将来生れてくるであろう緩、遅効性窒素肥料もまた、この要請に応えるもの、またはそれを先取りしたもの以外は発展しないのではなかろうか。

水 稻 と C D U に つ い て

秋田県農業試験場長

本 谷 耕 一

1, は じ め に

米をめぐる世情はめまぐるしく、きびしい。その影響で所得の増大をはかるため、兼業化や出稼ぎする農家層は増大しているが、一方、追肥農法も浸透したため、従来のような地力培養ということは、忘れられた感がある。

ワラの圃場での焼却もその一例である。そして追肥回数を多くし、一層労力をかける方向に来ている。

これに対して、一度肥料を施用すれば、あとは除草剤利用と水管理だけにしたといは、誰しも願うところである。婦女子労働の多く

なった昨今は、ことに然りであろう。

緩効性窒素肥料は、まだ十分この条件をみたとはいえないが、かなり有望なものも出ている。CDUはその一つである。初めCDUは、畑作肥料として使われ、多くの効果を出したが、稲作でも興味ある特性を示している。

2, C D U の 分 解 の 特 徴

肥料はその特徴が生かされるように使われると、効果は目に見えて高いものである。しかし、栽培体系がほぼ固定しているため、生かされない場合もある。むしろ、栽培体系に合うような肥料特性をもつものが、脚光をあびることになる。CDUの分解は徐々に、かつ長期にわたり行なわれ、他の緩効性肥料とは異なる特徴がある。それをよくのみこむことである。

まずCDUの分解をみると、いろいろの要因により支配されている。pH では酸性の方が分解が早いようであるが、土壌では pH 7~5 の間で大差ないとみられている。酸化還元 (Eh) では低い還元のおきおくれるようで、ことに有機物の多いときは分解がおそくなるという。

畑の肥料としての性格もここから出る。ことに

硝酸肥料と混合すると分解が早いようである。また土壌水分でも分解が異なり、深水するとおくれ、水分80% (中干状態) にすると分解が早いようである。しかし土壌中ではそれほどデリケートな分解を示すとも思われぬが、この性格をよく承知しておく必要がある。

3, 肥 効 の 表 わ れ 方

1) 基肥の効果

第1表 C D U の 基 肥 効 果 (昭42)

区 名	施肥N Kg/a	穂数/m ²	粒数/m ²	粒重Kg/a	玄米重Kg/a	左比
① 対 照+堆 肥 区	1.0	396	34.2×10 ³	1.44	55.4	100
② C D U + " "	1.0	318	21.9× "	1.25	51.7	93
③ C D U 区	1.5	361	36.7× "	1.39	57.4	104
④ C D U 2 倍+堆肥区	2.0	400	37.2× "	1.82	58.2	105

注・堆肥100Kg/a、秋田県農試

CDUの分解からみて、従来の緩効性肥料とは多少趣を異にすることが知られたが、それでは実際に基肥に使った場合どうか、秋田県農業試験場の成績から解析してみよう。

第1表は天候のよかった昭和42年の成績である。品種はヨネシロというフジミノリと兄弟品種、栽培法は一般のものと大差ない。土壌はやや粘質の沖積土である。CDUは50%のCDU-Nを含む化成を用いている。

草丈は大きい差違がないので、莖数をみると、①の高度化成と比べ②CDUは莖数の出方が確かに少ない。それが最後まで影響して収量は下がっているが、登熟歩合や千粒重は粒数が少ないので当然高くなっている。次に堆肥の入った②と、堆肥の代りに窒素分をCDUにおきかえた③を比較すると、明らかによい。

つまり堆肥の窒素的効果を代替して余りありということである。

また①と③とを比較する。これは窒素量は同一にしてあり、速効性の部分は①の方が多。そのため①の方が莖数は確かに多いが、粒数はCDUの方が数パーセント多い。このため収量も4%上

っている。つまり堆肥よりもあとぎきしていることが明らかである。

それではCDUは堆肥とまぜると分解がよくなって駄目かという点、④から知られる通り、CDUを倍量加えると、初期生育は①よりも明らかによい。粒数も9%多いが、糞重を多くして5%の増収に止った。

2) 追肥の効果

それでは追肥に使った場合どうか。この試験は多少天候がくずれ、CDUの分解と窒素の利用上好ましくない昭和43年に行なっている。

第2表をみていただくと、⑤と⑥は第1表の①と③の比較と同じであるが、ほぼ同じ効果が確認されている。

一方、追肥のときはそれ以上の効果を表わしている。ただここで注意してほしいのは、①に追肥をしたものより、CDU単独で基肥に使った方が収量も高く、粒数もつくということ、かなりあとまで効果を持続し、追肥を省くことができるということである。

第3表 東北各県の収量指数

区 名	青森	岩手	宮城	秋田	山形	平均	
						収量	粒数
①対照+堆肥区	100	100	100	100	100	100	15.2
② CDU区	104	112	105	102	106	106	16.3
③対照+糞肥区	103	113	107	103	—	106.5	15.4
④ * + CDU糞肥区	107	110	108	109	—	108.5	15.4

注・施肥量は必ずしも同一でないので平均は出来ないのを参考として見る。

3) 東北各県の成果

このようにCDUの効果は明らかに特徴がありかつ興味あるものであることが知られたが、東北6県ではほぼ同じ設計で試験した結果をみよう。

先に東北農業試験場藤本技官の示したものを数字で示したのが第3表である。

多少の差はあれ、平均でみるとCDUの基肥の効果は大きく、堆肥に比して数%以上の好果を上げており、追肥の効果も高い。ことに山形県農業試験場の成績によると、基肥の場合1次枝梗が

多く、2次枝梗の少ないこと、着粒数の多くなることを指摘している。

東北のような寒冷地では、秋冷が早く来ると登熟不良に終るため、登熟に45日以上もかかる2次枝梗数は少なくしたい。このような意味からも、CDUの基肥利用は興味ありと考えられるが、これは肥効の徐々に表われた結果と理解される。

なお土壌中の窒素の行動をみると、堆肥を施用

第2表 CDUの追肥効果

(昭43)

区 名	施肥NKg/a	穂数/m ²	粒数/m ²	糞重Kg/a	玄米重Kg/a	左比
⑤対照+堆肥区	0.8	386	32.0×10 ³	1.20	53.4	100
⑥ CDU区	0.8	455	37.0× "	1.07	54.7	102
⑦対照+糞肥区	0.6+0.4	390	34.6× "	1.12	55.1	103
⑧ * + CDU糞肥区	0.6+0.4	390	35.6× "	0.97	58.3	109

注・堆肥80Kg/a

秋田県農試

したものより、かなり遅くまで多いことが知られており、また葉やワラの窒素濃度も最後まで少量ながら高い。

4, 使用上の要点

以上の結果をもとに、分解上の特徴を勘案し、どう利用した方が有利か考えてみよう。

1) 基肥でも追肥でも、効果はみられる。CDU化成には半分は一般肥料も入っているが、窒素のきき方が徐々にあり、かなり長く効果を持続する。そのため基肥として使用した方が有利と思われる。

2) 堆肥の効果と似ているが、堆肥の窒素量と同一のCDUを使った場合でも、堆肥よりかなり長く効果を持続し、かつ収量効果は高い。

3) 徐々に長く効果を表すので、速効性肥料のように生理的変調を来たす心配はないとみられる。

4) 堆肥と混合して施肥すると肥効は低下するので、単独施用がよいであろう。ただしCDUを増量施用したときはその限りでない。排水により効果が表われ易いと思われるので、追肥を多く施用する所は有利とみられる。

このように技術的にも水管理で肥効をコントロールできることは、新しい管理技術として興味ある肥料で、土壌肥沃度の代替物質として意義が大きく、窒素増施資材として利用したい肥料である。

茶 と 硝 安 系 肥 料

農 林 省 茶 業 試 験 場

主 任 研 究 員 石 垣 幸 三

1. はじめに

窒素は、わが国で農業をするうえで、最も多く必要とする成分である。そして、植物体の根源となっている、原形質の主成分であるタンパク質を合成するのに必要な成分であって、すべての植物、および、植物のすべての部分に含まれている。その含有量は、作物の種類、生育時期、その他の条件、あるいは施用量などによって異なっている。

一般に生育の初期や、植物の若い部分に多く含まれていて、植物の生活力を旺盛にする働きをしている。このため、肥料成分のうちで窒素肥料が最も収量に敏感に影響する。近年、省力栽培や施肥改善などを目的に、肥料は単肥から複合肥料へ、低濃度から高濃度へと変わってきたが、肥料の形態にも注目されるようになってきた。

そこで、施肥合理化の一助として、アンモニア態窒素と硝酸態窒素の二つの形態の窒素の違いと、この両形態の窒素を含んだ硝安系肥料についてのべてみよう。

2. 窒素形態と茶樹の生育

植物に対する窒素給源の主なもの、硝酸態窒素とアンモニア態窒素である。これらは、いずれも体内でアミノ酸になり、さらに縮合してタンパク質となる。硝酸態窒素は、化学式で示すとNO₃アンモニア態窒素はNH₄であり、窒素がそれぞれ、酸素と結合したものと、水素と結合したものとの違いである。作物への窒素給源として、この両形態の窒素のうち、どちらが好ましいかについては、昔から作物生理の学者の論争の的であり、現在でもいろいろの作物で研究が進められている。

結論を先にいうと、条件によって両方ともよく吸収され、一概に優劣をきめることはできない。

一般に、次のように云われている。

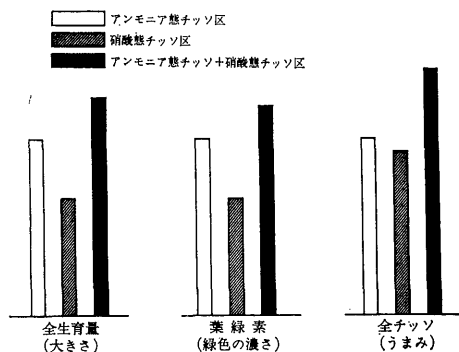
① 作物によって違う

アンモニア態窒素と硝酸態窒素の供給割合を変えて作物を栽培すると、アンモニア態窒素が多い場合に生育がよい作物と、硝酸態窒素が多い場合に生育がよい作物とがある。

茶樹の場合、砂耕試験で試験した結果では、次表と図1に示したように、硝酸態窒素とアンモニア態窒素両方混ぜたものが最もすぐれ、生育状況生育状況と新芽の化学成分

試 験 区	全 生 育 量		葉 緑 素 mg%		葉 中 三 要 素 含 量 %		
	m	指数	a	b	窒 素	リ ン 酸	カ リ
アンモニア態窒素区	3.32	100	120.5	47.4	4.02	0.67	2.59
硝 酸 態 窒 素 区	2.19	66	74.4	36.5	3.72	0.67	2.41
アンモニア態} 窒素区 硝 酸 態 }	4.28	123	137.0	61.2	5.60	0.71	2.88

や茶葉の色がよく、葉分析の結果からみても、三要素含量(とくに窒素)と葉緑素が多いことがわかる。両形態をそれぞれ単独で比較すると、アンモニア態窒素のほうが良好である。

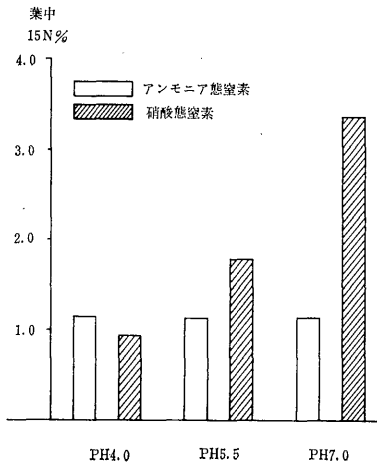


1 図 生育状況および新芽のチッソと葉緑素の含量

② pHによって違う

作物によって違いがあるが、茶樹の場合、重窒素(15N)を用いて調べた結果を示すと、図2のとおりである。すなわち、重窒素(15N)によって硝酸のほうに標識をした硝安(NH₄^{*}NO₃)と、アンモニアのほうに標識をした硝安(HN₄^{*}NO₃)

を用いてpHを変えて吸収させて、両形態のpHの相異による吸収状況を比較した。



2 図 pHの差による窒素形態の吸われ方

図2でみられるように、アンモニア態窒素は、pHの影響をうけずに、同じように吸収されるが、硝酸態窒素は、酸性側では吸収が少なく、pHが高くなるとよく吸収される。

③ 生育時期によって違う

一般に、栄養生長期にはアンモニア態窒素、生殖生長期には硝酸態窒素がよく吸収される。茶樹の場合は、一年生作物のように、栄養生長期と生殖生長期がはっきりしていない。しかし、花芽の分化が6月頃、開花結実が10月頃であるから、3月～5月が栄養生長期、6月～10月が生殖生長期といえる。

しかし、その間、2番茶、3番茶と新芽の伸育も旺盛であり、栄養生長も同時に行われているから、6月から10月までは両形態とも吸収されるものと思われる。したがって、前記砂耕試験のように、両形態を混ぜたものがよいということが、うなずけるわけである。

④ 温度、その他の条件によって違う

養分吸収は温度によって影響をうけるが、硝酸態窒素は低温では吸収されにくく、これに対してアンモニア態窒素は、比較的低温でもよく吸収される。一方、体内での養分代謝は、低温ではその機能が低下するため、アンモニアの過剰吸収は冬期に濃度障害を起しやすい。

そのほか、光線、通気、他の養分との関係な

ど、この両形態の窒素の吸収に関与する因子は、多くて複雑である。

2. 土壤中でのうごき

肥料成分は、土壌を通して作物に吸収利用されるが、土壌中での、この両形態の窒素の行動にはいちじるしい違いがある。すなわち、アンモニア態窒素は土壌によく吸着されるが、硝酸態窒素は吸着されない。

一方、土壌に施されたアンモニア態窒素は、そのままでも作物に吸収されるが、また、土壌中でバクテリア(硝化菌)の働きで硝酸態窒素に変化して、作物に吸収される。

したがって、硝安系の肥料のように、両方の形態の窒素を含んでいる肥料は、硝酸はそのまま吸収されるが、アンモニアは、一部はそのまま、また一部は硝酸に変化して硝酸の形で吸収される。(図3)

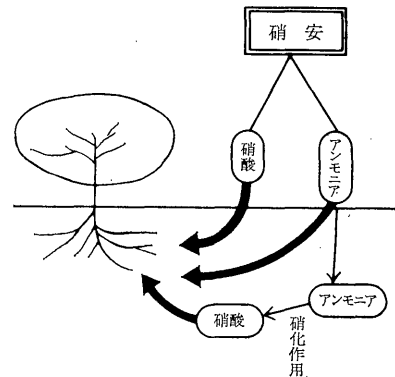


図3 硝安系肥料の作物への吸われ方

土壌中でアンモニアが硝酸に変化する作用(硝化作用)は、土壌の反応、温度、水分、通気などの諸条件によってその速度が異なる。

すなわち、土壌の反応が中性に近く、適度な水分を含み、通気(排水)がよく、地温が高い(20～30℃)の場合にはすみやかに進む。したがって、強酸性、乾燥地、湿地、低温地などの場合では逆に遅い。

前述のように、茶樹の場合は、硝酸態窒素の吸収はpHによって著しく影響をうけ、酸性側では吸収が少なくなるので、土壌の反応に留意することが必要である。

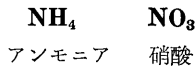
茶樹は酸性を好み(pH5.0～5.5)、酸性に対して抵抗が強い作物である。したがって、茶園土壌は

一般に強酸性土壌が多く、普通作物では考えられないような pH₄ 以下の土壌も多い。しかし、いくら酸性を好むからといっても極端な強酸性土壌においては、いろいろと酸性障害がおこるので、石灰の施用によって酸度を矯正しなければならない。

茶園土壌の酸度矯正は、酸性障害の軽減と同時に、また、前述のように窒素の利用率を高めるためにも必要である。すなわち、硝安のような、両形態の窒素を含む肥料は、硝酸も、アンモニアも、両方ともに有効に利用させるためにも重要な意味をもっているわけである。

4. 硝安系肥料の特徴と使用上の注意

硝安（硝酸アンモン）は、化学式で示すと次のとおりで、しばしば述べてきたように、硝酸とアンモニアが半分宛含まれている。そして、附随成分がなく、窒素含量は35%で、窒素だけの濃厚肥料である。



硝安の化学式

よく、硝酸態窒素というと硝安を連想し、硝安というと、硝酸態窒素しか含まれていないような錯覚におちいる人が多い。これは言葉の感じからくるもので、うっかり考え違いをしやすい。硝安は、硝酸態窒素とアンモニア態窒素を両方含んでいる窒素の形態としては理想的な肥料であることを忘れないように、そして誤解しないようにしてもらいたい。しかし、硝安そのものは吸湿性が強く、水によく溶けるので、一度に多量施用すると、溶脱が多い。したがって、わが国のように、高温で降雨の多いところでは、硝安そのままの使用は無駄が多くて不適當である。

それで、これに、リン酸、カリを加えて、さらに防湿加工した硝安系の化成肥料を使用するのがのぞましい。硝安系の化成肥料は、リン鉱石を硝酸、または硝酸と硫酸の混液、あるいは硝酸とリン酸の混液などで分解し、これに硫酸カリを加えアンモニアを加えて中和したものである。

外国では多くの種類がつけられているが、わが

国では、生産コストを下げるために、繊維工場で余った硝酸をうまく利用して製造している。また、図5に示すように、窒素濃度を高くするために石こうを分離し、さらに、防湿のため珪そう土でコーティングしている。最近では、さらに苦土、マンガ、ホウ素など微量元素を入れたものもつくられている。

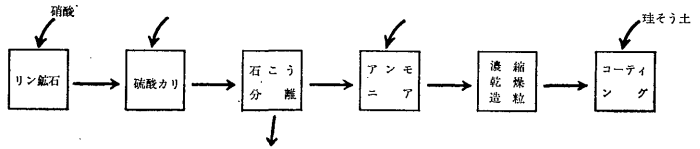
茶園土壌は、老朽化した強酸性の土壌が多く、近年、苦土欠乏や微量元素の欠乏が目立って多くなってきた。このため、強酸性の土壌、腐植の少ない土壌、あるいは砂質の土壌などでは、苦土や微量元素が入ったものを使用するのが有効であろう。

硝安系化成肥料のリン酸は、水溶性と枸溶性の両方が含まれ、また、塩素や硫酸根など附随成分が含まれていないのが特徴である。

硫酸根（イオウ）は、土壌を酸性化するので、その多用は好ましくない。この意味で、硝安系肥料のような無硫酸根肥料は安全である。

しかし、イオウ（S）も、作物の生育に欠くことができない要素の一つで、イオウに欠乏すると、作物は正常な生育をしない。

前記砂耕試験で、硝酸態窒素だけの場合に生育



4 図 硝安系化成肥料の製造工程

が悪いのは、イオウの不足が原因ではないかと考えて追肥しているが、茶樹はとくにイオウ欠乏が出やすい。したがって、硝安系肥料を有効に使用するためには、夏の追肥には硫酸を使用するなど、イオウの補給についても考慮することが必要である。

5. 窒素肥料と茶の品質

茶は嗜好品であるから、品質が価値をきめる。

その大切な品質を構成するものには、しぶ味、うま味、あま味などが調和した、いわゆる「滋味」である。また、茶を入れる前に見る時の美しい色つや、喫む時に感ずる芳香など、他の飲みものにはないものを持っている。茶の味をつくる成分のうち、しぶ味はタンニンであり、あま味は糖

類であり、うま味はアミノ酸類やアミド類などの窒素化合物である。茶の香りは複雑で、30種以上の精油成分が混合されたものであることが知られている。

品評会出品茶の滋味の審査評点と、可溶性全窒素および可溶性アミノ酸の各含量を調べたところ、図5に示すとおりで、明らかに相関があり、窒素含量が多いほど茶の滋味もよいことが分るであらう。

また、窒素をよく吸収した健全な茶葉は、直接構成成分でなくても色つやをよくする葉緑素の含量や、あま味をよくする糖含量も多くなる。

6. お わ り に

このように、窒素肥料は、茶の収量と品質を左右する最も大切な肥料であるから、効果的に使用したいものである。硝安系の肥料は、これまでのべてきたように、すぐれた特性をもっており、茶園の肥料としては好適な肥料といえる。したがっ

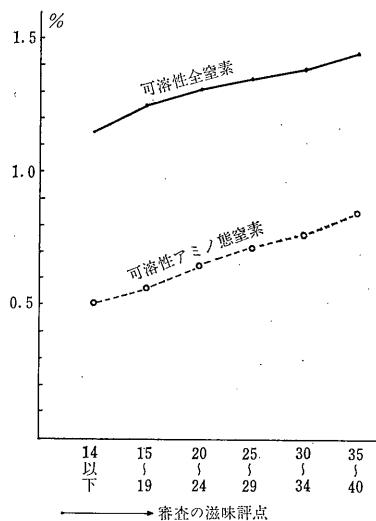


図 5 製茶の滋味評点と窒素含量

て、正しい使い方によって最大の効果をあげ、安定な良質多収をあげられるよう期待している。

そ菜と緩効性窒素肥料

園芸試験場久留米支場

本 多 藤 雄

はじめに

そ菜栽培に緩効性窒素肥料が用いられるのは、施肥量の多いそ菜に一度にたくさん施しても濃度障害が起らないこと、施肥の省力化から元肥に施しても、肥効が長続きするので追肥を要しないこと、降雨による肥料の溶脱流亡が少ないこと、肥料が高価であるので、収益性の高いそ菜に効率的であること、などによると考えられる。

緩効性窒素肥料といっても種類と、またその単体か化成かによって、化成では配合によって性質がことなるので、それぞれ特徴を生かした使用方法が望ましい。これらのなかで、比較的障害が少なく、また収量が安定するCDUについての試験を中心にのべてみたい。

1. 被覆栽培での緩効性窒素肥料の考え方

被覆中は降雨による肥料の溶脱がないので、基本的には施肥量=吸収量と考えてよい。

しかし集約で収量が上がるという観念から、一般には多肥栽培の傾向にある。施肥適量あるいは適する土壌溶液の電気伝導度は、そ菜の種類によってことなり、それ以上に施肥することによって生育を抑制し、収量が上がらず、いわゆる濃度障

害を起す。

濃度障害は無機の速効性肥料の場合に起る。その目安は土壌溶液の電気伝導度で表わされているが、有機化された緩効性の単体(Nは伝導度ではあられないが、P、Kを配合すると伝導度が高くなる)や、これと速効性の無機Nを配合した化成は、同一施肥量でも伝導度はことなる値を示す。

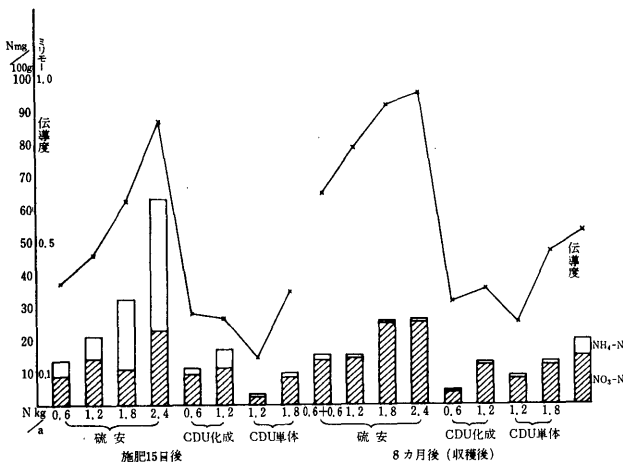
すなわち第1図のように硫安の場合、施肥量に応じて伝導度は高くなっているが、同一施肥量でも伝導度は硫安>CDU化成>CDU単体の順で、単体はかなり低い値を示し、硫安1/2≐CDU化成1≐CDU単体3/2量が大体つり合う数字を示した。

この試験はハウスイチゴで行なった試験であるが、硫安3/2~2倍(18~24 kg/a)では、葉縁にやや濃度障害とみられる徴候がみられ、収量をみてもこれら増量区は劣り、CDU区はいずれも硫安分施よりすぐれたが、そのなかでもCDU化成1/2とCDU単体3/2がよかった。

すなわちCDU化成なら半分でもよいが、単体は少し多くしないと効果が劣るという結果であった。(第2図)

この試験は灌水を行わず、比較的乾いた条件であったため、施肥して8カ月後土壌分析をしてみると、第1図のように、施肥15日後よりむしろ高い値を示し、またNO₃-N態でかなり残っていた。

次に灌水を十分行なった場合、第1図のように収穫後の伝導度低く、またNO₃-N態の残量も少なかった。硫安の場合でも4/3 N量でも障害はない。収量はやや劣るが、あまり差はなかった。また単体の場合も、施肥量が少ない場合が収量が多く、灌水することに



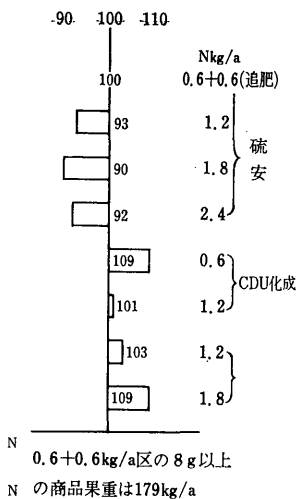
第1図 ハウスイチゴ栽培の電気伝導度

よって、土壤溶液の電気伝導度を下げ、障害は少なくなる。また、単体のような緩効性の肥料でも有効化して、少肥でも十分な収量をあげることができた。

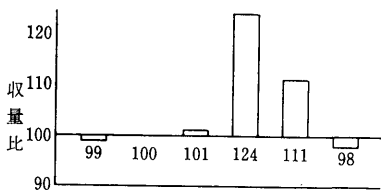
このように肥料の利用と、そ菜の生育、収量には、施肥量以上に水の影響が大きく、乾燥する条件では伝導度の上がりやすい肥料は少なく伝導度の上がりにくい肥料は多くすることが必要である。

水分を適当にすることによって、伝導度を下げると同時に、分解のおそいものは肥効を高めることが可能であり、単体、化成それぞれに適施肥量と同時に、適土壤水分を考慮することが大切となろう。

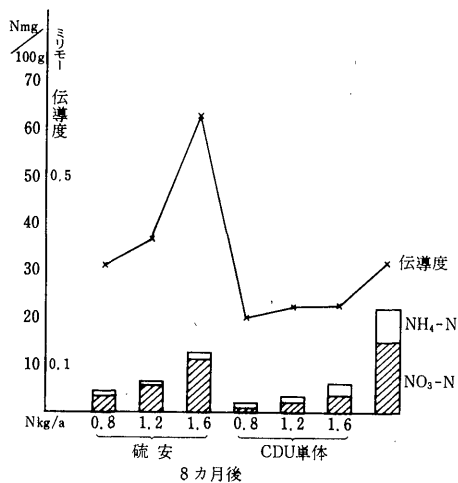
厳寒期は灌水を多くすると、地温が下がりやす



第2図 ハウスイチゴの収量比較



第3図 収穫後のECとN残量と収量



いが、ビニールハウス内に、さらにビニールマルチを行なうと、水分は保持できるので、ハウスではマルチは必ず実行したい。

2. トンネルの場合の考え方

トンネル栽培には3つの場合がある。1は冬ニンジン、冬レタス、覆下カブなどのように、種まき、あるいは定植からほとんど収穫までトンネル被覆している場合。2はトンネル早熟果菜のように、生育初期のみ約1カ月ビニール被覆する場合で、中期以降は露地となる。3はイチゴのように初期ビニール被覆せずに、一定時間露地状態におかれた後、ビニール被覆する場合である。

1の場合は、トンネル内部は明らかにハウスの場合同様に肥効を考えてもよいが、問題は通路の部分からの水の取り引きである。

降雨によって水がうね溝から入り、うね中に施された肥料の拡散によって、肥料はうね溝近くまで移動し、その降雨によってこの肥料が流されることが起りうる。

またトンネル内はハウスと異なり、地温の変化が大きく、温度は上昇しやすい。そのために微生物の活動が盛んとなり、有効化が早い。しかしうね溝からの水分の浸入により、ハウス灌水の場合と同様の効果となってあらわれる。

トンネルカブを用いた試験では、第1表のように単体の場合N 50kg、化成区 N10kgがすぐれるようにみえるが、分散分析の結果では単体10~50kg、化成 10~50kgで差がなく、硫酸のN 50kg区のみ収量の低下がみられた。

カブは一般に肥料に強く、障害のあらわれにくいものであるとしても、土壤水分が適当にあれば、単体の有効化は早い。もちろん化成はさらに早く、多肥しなくても十分収益をあげることができる。

この場合には硫酸N50kg区のみが伝導度(1:5)で1ミリモを越えており、N30kgで0.9ミリモ、単体ではN100kgで0.79ミリモであった(第2表)。

栽培期間中被覆の場合、施肥適量施すことは当然であるが、全量元肥とする場合は、伝導度が上がらないように緩効性のものの割合を高めることが望ましいが、一般には単体半量配合の化成で十分と考えられる。

次に初期生育を促進するために被覆する場合であるが、トンネルナスの例では初期はカブの場合のように、硫安区で生育を抑制するように考えられるが、単体や化成では生育を抑制することはない。ただ化成を増量にすると、抑制効果はひどくなる。

第1表 カブの収量(株当り)

試験区	葉重	根重
硫安N10kg	51.5 ^g	104.4 ^g
30	55.7	101.8
50	55.2	86.6
CDU化成N10	49.3	111.1
30	55.6	102.1
50	56.4	108.1
CDU単体N10	42.1	101.8
30	53.7	102.9
50	62.0	112.0
75	54.9	100.7
100	57.1	109.6
LSD 5%		NS 15.3

しかしビニール除去後は、降雨も多かったために以後生育もかなり持ち直したが、やはり初期生育に支配されて、増量区は追付くことができず、伝導度の上らない単体全量の効果は大きく、収量も高か

ただビニール早熟時は地温が低く、微生物の働きを期待する単体では、生育初期の草勢がやや劣るように肥効が発揮できないことから、土壌水分と同時に地温を早く上げる方法を構じて有効化することが先決であろう。

さらに生育中期以降、降雨とともに肥料の流亡が起るので、無機化と同時に無駄なく野菜に吸収できるような、効率の高い肥料を使用することが望ましい。

トンネル早熟では生育初期濃度が高まらず、しかも持続する肥料、すなわち単体7~8割配合した肥料が効果的と考えられる。

3の初期露地で、中期以降ビニール被覆の場合であるが、ハウス抑制のように早くビニール被覆の場合と、イチゴのように越冬期以降の場合とでは肥料の動向は異なる。

前者は暖かい時期にかなり生育が進んで、収穫時しかも温度が下ってビニール被覆であるため、重点は露地条件にあり、ビニール被覆後は吸収速度がおそく、少ない。

したがって露地状態で比較的早く効き、降雨による損失の少ないような肥料が望ましいわけで、緩効性の比率は1/2~1/3で、かなり速効的であることが望ましい。

これに対しイチゴのようにビニール被覆前の吸収は少なく、ビニール被覆後吸収して伸長し果実の収量をあげるものは、ビニール被覆までは雨による損失が少なく、ビニール被覆後、開花、収穫まで効果が続くことが大切で、緩効性の比率が高く、しかも施肥して2~3カ月目より有効化する肥料が望ましい。

また果実の肥大のために十分灌水し、その際に肥効があらわれるように緩効性と水分のバランスをとること、地温上昇に伴い微生物の活動も盛んになるので、徐々に肥効が続くことも望ましい。すなわち速効性より緩効性に重点をおく肥料設計が望ましい。

現在トンネルイチゴ栽培にAM化成、CDU化成、有機化成の使用が多いのはこのためと考えられる。(イチゴはアンモニア態の比率が高い方が、効果大きいといわれているが、水耕ではアンモニア態を入れるとNO₃-N:NH₄-N9:1はよいが、7:3以上にふえると生育が悪く、逆にNO₃-Nのみでも

第2表 カブ栽培初期の土壌E・C・Nの状況(乾土100)

試験区	E C ^{m2/cm} (1:5)	HN ₄ -N _{mg}	NO ₃ -N _{mg}
硫安N10kg	0.610	4.32	11.90
30	0.905	7.34	15.57
50	1.045	20.10	10.29
CDU化成N10	0.475	2.78	12.09
30	0.855	10.68	20.81
50	0.730	15.99	16.14
CDU単体N10	0.380	2.39	4.31
30	0.614	1.46	10.35
50	0.600	2.38	10.44
75	0.695	3.01	12.18
100	0.790	5.42	14.73

(乾土100g)

った(第3表)。

これは、定植時活着を促進するために灌水をしたことが、ビニール被覆中乾燥したために、無機質の多い区は、明らかに一時的に土壌溶液濃度が高まり、干害や濃度障害と同じ結果をひき起す原因となったと考えられる。

元肥に施すとき、単体を重点に施す場合は問題はないにしても、化成の場合はやはり少なくするほうが無難と考えられる。

十分育つ。)

3. 露地多肥そ菜について

多肥作物のセルリーでは堆肥など有機物を多く施し、さらに窒素60~80kg/10a施すが、CDU単体、化成などを用いた試験では、元肥に施した窒素の無機体の量に応じて生育は異なり、無機体含量の多いほど収量も劣った。

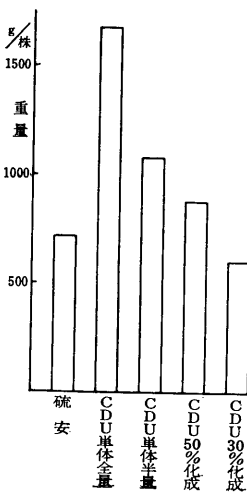
すなわちCCU単体(無機N20kg) > CDU単体半量硫安1/4元肥(無機N20kg) > CDU50%化成(無機N40kg) > 硫安半量元肥(無機N40kg) > CDU30%化成(無機N50kg)となった。(第4図)

多肥栽培ではCDU含量の多いほど生育が多く、単体全量では濃度障害も起らず美事な生育をした。

またタマネギを用いてCDU単体、化成、硫安の施肥量を変えて行なった試験の結果では、硫安はN50kg/10aで生育を抑えたが、CDU単体ではN100kg/10aで生育を抑え、30kg区が最も収量が高かった。

タマネギのように栽培期間が長い場合は、緩効性肥料の効果は大きいと考えられるが、CDU単体N10~50kg/10a、CDU化成N10kg/10aは同程度で硫安より効果は高く、CDU単体N75kg/10a、CDU化成N30~50kg/10aが硫安N10~30kg/10と同程度であった。伝導度やNO₃-Nもほぼ同程を示した。(第4表)

タマネギは比較的濃度障害がしやすい作物とい



第4図 セルリーの収量

われるが、降雨で肥料が流されるとしてもN30kg/10a程度でも、春光地温が上がってからの吸収が多いので、単体を多くした緩効性肥料の効果大きい。

露地栽培では肥料が流れやすく、温度によって無機化ないし植物による吸収が異なるので、有機物含量高く肥料の無機化、すなわち植物の

第3表 トンネルナスの生育と収量 (1区11株当り)

試験区	ビニール除去後の生育*	果実収量 kg
硫安(対照)	A B B	15.4
CDU単体全量	A A B	20.0
CDU単体半量	A B B	18.0
CDU化成555	A A A	16.2
CDU化成682	A A A	18.2
IB化成604	B C C	18.0
IB化成1/2増	C D D	12.9

LSD 5%

2.2

*生育はA>B>C>Dで3区の結果

第4表 タマネギの生育と土壌分析結果(乾土100g)

試験区	球重 g	EC 1:2.5 m Ω /cm	NH ₄ -N mg	NO ₃ -N mg
硫安N10kg	212	0.560	7.87	7.37
30	223	0.685	17.75	5.72
50	182	0.960	29.09	3.00
CDU化成N10	236	0.320	3.82	7.57
30	224	0.470	14.07	10.82
50	225	0.685	33.46	5.89
CDU単体N10	236	0.250	3.1	1.71
30	258	0.465	3.15	4.74
50	234	0.565	3.38	5.22
75	225	0.470	4.17	8.91
100	199	0.570	4.10	10.20

吸収量となることが、最も合理的な施肥設計といえよう。

米づくりにNO₃-Nを どう利用するか

福井県肥飼料検査所
所長 寺島利夫

「これからの米づくり」

米づくりの進歩発展を評価するには、いろいろな方法があって、それぞれの意味を持っている。過去88年間の全国各県の平均収量を計算整理し、ベストテンの移り変りを調べて見たところ、各県各地域毎に特徴的な変動を示し、明治、大正、昭和、戦後と特異な時代を象徴し、数多くの話題や意義を含んでいることが明らかになった。

そのうちの大切なものを一つ述べれば、米づくりの進歩についての各県の差は、自然環境条件の良し悪しが、大きく影響しているものと予想していたけれども、そうではなく、やはり人為的な条件である試験研究の進歩に基づいた指導方針の明確化と、その技術指導の普及徹底のたまものであるとの結果が出ている。

土壌や気象の環境を検討して、それとの関連を考えた、内容に合致するような米づくり技術をまとめ、組織と指導力を上手に駆使して、一般農家まで普及することが何よりも大切なことだと、あらためて知らされた。

なお、これからの米づくりとしての基本的意見を述べれば、平均収量で500kg/10a以上の県は5県ほどあるけれども、これらの県は、今後は主として米の「味質」改善に重点をおいて農政を進めて良いであろう。

400kg/10a台の県においては、500kg/10aに達するような行政と技術普及に励みながら、しかも更に味質をうまくする両面作戦で行かなければならない。

300kg/10a台およびそれ以下のところでは、もちろん低収の理由を究明し、対策もいそいで解決し、それでも困難な場合は、作付転換などもやむ

を得ないであろう。

県平均収量600kg/10a以上は、誰れしも希望するところであるが、現状では、そこまで躍進するのは不可能に近いであろう。

そこで400~500kg/10a台の地方では、米飯粒の理化学性の解明をすすめながら、日本人の嗜好性に合致し、しかも栄養価が高い方向で、うまい米づくりを達成するよう努力しなければならない。これが、米づくり農業経営近代化への前提であり、近道でもあろう。

「米飯粒の味質で大切なのは何か。」

米の「うま味」は今のところ化学分析により、有機化合物、或は、無機元素を直接測定した数字によって、判断するのはできそうでない。ところが一般的に「うまい」と言われている米については、組織学的、或は、炊飯特性の研究から、少しずつ正体が明らかにされつつあるようである。

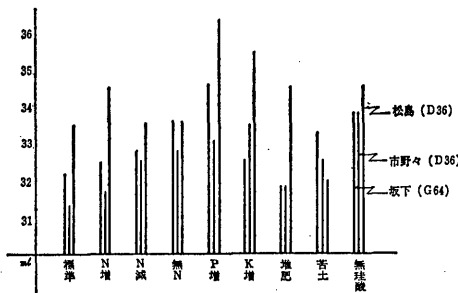
澱粉粒の集団特性、炊飯した米粒の弾力性、粘性、或は、米粒のアルカリ抵抗性を始め、更に米粒の透明度、光沢性、香気性などのように、人間の五感によっても少々判別できるもの、これらは近いうちに、カメラ、露出計、pHメータなどの改良によっても、数字に直して比較できるかも知れない。また米粒や飯粒の水分特性を調べることによっても、「うま味」の本体にふれることができるであろう。

これらの物理的な事項を、適当な測定器で簡単に測ることが可能になれば、間接ではあるが、米の「うま味」がつかめ、しかも栽培管理法との関係もつけられ、更に大切な項目まで出てくるかも知れない。

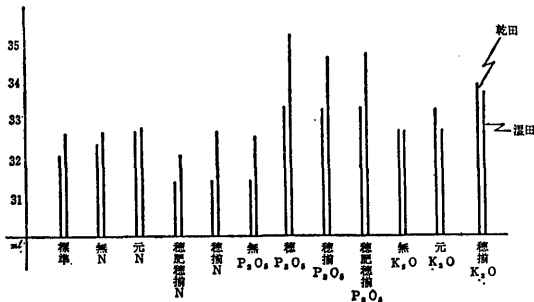
「米の物理性を良くする
栽培技術には何があるか。」

米の味質が、物理性によって左右されるものであれば、物理性の各項目をそれぞれ別々に、または、関連をもちながら、栽培技術、環境条件との適応性などで改善することが可能になる筈である。現在大切と思われるものは、次のことからである。

① P_2O_5 の後期吸収をすすめて、澱粉のアミロペクチンの分枝構造を良く発達させて、米飯粒の弾力性を高めることができよう。土壌中の有効 P_2O_5 は土壌により、時期別に、有効性に変動が起るから、 $5mg/100g$ 以下になるような地帯では追肥にも P_2O_5 を施して、アミロペクチン生成に不足のないようにしなければならない。



第1図 施肥による白米の膨張容積の変動



第2図 燐追肥と白米の膨張容積の変動(乾田,湿田)

米粒中のP含有量は $30\sim 35mg/100g$ が適当と思われる、 $20mg$ 以下では不足であって、追肥の必要があり、 $50mg/100g$ 以上は障害をうけた米の場合である。

② 登熟期における NH_3-N の吸収濃度が不十分であったり、過剰にならないようにすることは、アミノ酸、蛋白質の合成蓄積を促進し、米粒

の透明度を高め、ガラス質の米粒にする極めて大事な技術である。

みだりに後期追肥や実肥を多用して、茎葉中のN濃度のみ高めて登熟障害をおこし、姥桜現象になるようなことは絶対やめなければならない。茎葉中のN濃度は、品種、環境条件によって違っているから、地方ごとに決められるべきである。

普通の米粒中のN濃度は $250mg/100g$ 程度である。

NO_3-N は NH_3-N とは化学性が違うので、茎葉中での生理作用、特に濃度の影響は異なっている。

NO_3-N 施用は NH_3-N 濃度障害回避の面からも都合の良いもので、珪酸、有機態N、有機酸吸収と同様に考えられる。

③ 光沢を良くして銀白色にする必要がある。これは、反射、輝光、つやなどと称されるものであって、ミノルタオートスポット 0/ などの改良によって、数字に読みかえることができれば、非常にありがたい。

つやは主として、脂肪の働きと言われるので、脂肪含量が高いのが良い。脂肪の合成には、 MgO が関係を持っているから、 MgO の吸収が増加するような栽培が必要である。

「うま味」は、つやが弱いときや、つやが無くなったときに悪化するようである。

土壌によっては MgO の欠乏しているところがあり、また CaO や珪カルを増施した時には、相対的に不足になるから、今までよりは多く $10kg/10a$ ぐらい施さねば十分でないことがある。

④ 良い香気を長く保持しなければならない。

米も生鮮食料品と同じように、収穫後はどんどん酸化分解を続けるものである。なんらかの方法を用い、これをおさえなければならない。米がうまいとか、うまくないと言う比較をするときには、この点を十分考えて、同じような条件で検討しなければ、始めからなんの意味もない比較をしていることになる。刈り取り時の気象、収穫調整法、貯蔵法などは少なくとも調査整理しておいて、食味や理化学性を比べる注意が大切である。

良く乾燥するとか、低温貯蔵して分解をおさえるのも必要だが、塩基 ($CaO \cdot MgO$) の含有量を高めて、pHをあげるのも重要なことである。pH

が高いと、いちばん分解し易い脂肪が脂肪酸、アルデヒド、ケトンになるのが抑制されて、嫌なすっぱいにおいの米にはならない。新米はこの点から、葉緑素の良い香気が残っているものである。

これには、耕土のみを改良して CaO, MgO の含有量を高めても駄目であって、100cm くらいの土層全体がすべての塩基条件（塩基のバランス、飽和度、置換量、塩基置換容量）が改善される必要がある。

しかし、塩基条件のみを良くしても、その塩基が吸収し、米粒中に、特に MgO は多く転流しなければならない。それにはやはり、NH₃-N よりも、NO₃-N の方がより相助的であるから、NO₃-N 入り肥料を施したり、硝酸化成菌の繁殖を助ける土壤管理をしなければいけない。

⑤ 粘性を直接測定する方法には、プラストメーターによる方法があるけれども、間接的な方法として、白米のアルカリ崩壊度の指数によって現わすのも簡単である。

これは特に品種の特性を超越していて、栽培環境に密接な相関があることから、栽培関係者には好都合な特性であって、粘性とは逆比例する。

また粘性は、登熟期の根圏や同化条件によって秋落ちと関係するので、水管理、根の健全化を図って、特に K₂O の吸収量を増加させれば、澱粉の糊化特性も変るのではないだろうか。

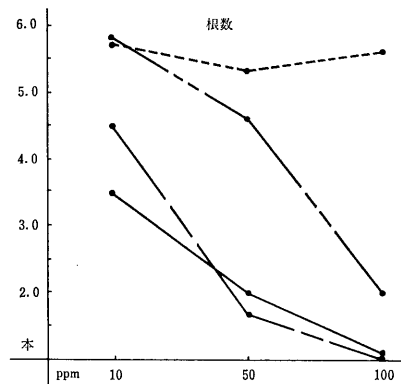
⑥ 含水特性

加熱吸水率、α澱粉のβ化、含水率、加水分解など、米飯粒の理化学性は、水分との関係も味質に関連することが大きい。茎葉中の水分は SiO₂ が主導的機能を果たしているが、米粒中では何が働いているのだろうか。普通の米には 5mg/100g 前後の Si を含み Si の少ないときは P が多くなっている。

含水特性を明らかにすることは、うまい米づくりのうちでも重要課題の一つである。

「米づくりに果たす NO₃-N の役割」

① 水稻の根は、幼穂形成期頃から活力が弱まり、土壌 Eh が低下すると、根腐れが急に進行する危険性を持っている。これを防止するには、元肥 N や中間追肥を減らしたり、珪酸石灰の多用、



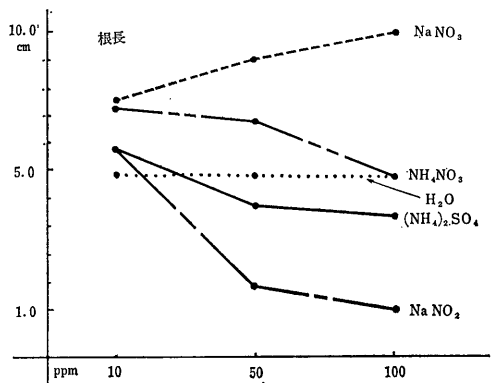
第3図 窒素形態と根数

中干し、間断排水なども効果があるが、近年 NO₃-N を施すと、Eh は幾分高まり、発根力、伸長力などの、根の生理作用が助けられて、丈夫になることが明らかになって来た。

したがって、水田に NO₃-N を利用するのは、登熟期の根生理に良い結果が期待される。

② 米粒中には N が最も多く含まれ、約 250mg/100g も集積していて、「うま味」に最も強く作用していると思われる。

ところが近年地力が低下して、後期の N 栄養が十分でないことがしばしば起り、実肥の施用、緩効、遅効性の肥料を多用するようになった。



第4図 窒素形態と根長

登熟期の茎葉中の N 濃度はやや低目の方が登熟が良く、しかもうまいガラス質の米粒になるが、濃度が高過ぎる場合は、澱粉、蛋白質の合成転流が阻害されて、乳白米などのいわゆる NH₃-N 濃度障害が起る。このことが最もやっかいな問題である。

このとき $\text{NO}_3\text{-N}$ を同時に吸収するように施してあれば、障害が少なくなり、しかも $\text{NH}_3\text{-N}$ 不足の場合は、ピンチヒッターになることも予想される。

③ $\text{NO}_3\text{-N}$ を含む肥料を施して効果のあるのは、殆んどの場合、土壤中の塩基条件の良いときが多い。またそのときは、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、などの吸収量も増加している。したがって塩基吸収の増加をねらう登熟期には、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を利用するのが良いと思われる。

どんなに土壤に塩基類を施して、塩基条件を整えても、それらが多く吸収されなければ、米の味質向上までにつながらないのだから、土壤改良と同時に $\text{NO}_3\text{-N}$ を施用しなければならない。

塩基のうち特に MgO は、土壤中の含有当量比は、 $\text{Ca}:\text{Mg}=10:1$ 前後が普通であるが、石灰、珪酸石灰類を多用したときは、当量比が更にひらくことになる。当量比は少なくとも $10:1$ を保持し、できれば $6:1$ くらいまでに小さくするのが良い。

また水稻茎葉中では、 $\text{Ca}:\text{Mg}=3:1$ くらいの当量比になり、更に米粒中では $\text{Ca}:\text{Mg}=1:2$ となつて逆転しているから、一層 Mg の吸収を助けるよう考えねばならない。大量の施用とともに $\text{NO}_3\text{-N}$ との相助作用をねらうのが最良の策である。

これらが米づくりに果たす $\text{NO}_3\text{-N}$ の重要な後割であり、利用開発の方向でもある。

あけましておめでとうございます。昨年は何や彼や、いろいろお世話になりました。本年もよろしくご指導下さいますようお願い致します。

先般お知らせしておいたように、農業の新展開に即応するために、長らくお馴染みだった「硫磷安時報」から『農業と科学』へ改題することになりました。

いまさら「硫磷安時報」でもあるまいじゃないかとは、耳にタコができるほど聴かされましたが、不思議なもので、今になると何となく懐しさを感じます。

そこで、今年こそは一と気張って企画を立てましたが、意あるも、力これにそわずで、1970年1月号はご覧のようなものになりました。

しかしながら、これを内容的に見ますと、各先生方から寄せられました論稿は、いずれも示唆に富むものばかり。編集には、これを一度に掲載してしまうのが、もったいなくて、溜め息をつく思いでした。

1月号のようなシリーズ物は、予定としては、もう一回刊行する予定になっておりますので、ご期待願いたいと思います。

昨年7月両社肥料部統合以後、本誌の基本方針が容易に本決りとなりませんでした為めに、とかく発行が遅れ勝ちとなり、関係の皆様にご迷惑をおかけしてありまして申し訳ありません。

逐次態制を建直しつつありますので、何分ご諒承下さい。

(K生)

M E M O

昭和45年1月1日

農 業 と 科 学

第三種郵便物認可 (39)

M E M O

(40) 第三種郵便物認可

農 業 と 科 学

(毎月1日発行) 昭和45年1月1日 第159号



チッソ旭肥料株式会社