

農業と科学

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.

1978

10

NO₃-Nの代謝と

葉色との関係について

広島大学水畜産学部 尾形昭逸
教授・農学博士

1. はじめに

作物の葉色、とくに緑度は、葉の組織である柵状組織および、その裏面に接する柔組織の細胞に存在する葉緑体の密度の大小に、主としてかかわっている。

この葉緑体は述べるまでもなくクロロフィルをもっており、言い換えれば、葉の緑色の濃淡は、このクロロフィルの組織中における含有濃度に、直接かかわっている。

このクロロフィルの葉組織中の濃度は、種々の外的要因や内的要因によって大きな影響をうけることは、すでに多くの研究によって明らかにされている。

とくに、この外的要因のうち、窒素の供給条件や、窒素の形態が、より作物の緑色の濃淡に対し、大きな影響のあることが良く知られている。

したがって、葉の緑色の濃淡により、逆に作物の窒素栄養の状態や、あるいは、作物に対する窒素の供給状態の診断をしたりすることが行われるようになっている。さらに緑色野菜物の葉色は、店頭での評価、すなわち商品としての価値に、関係をもっていることが往々にしてある。

作物に対して供給された窒素は、殆んどの場合、NO₃-NかNH₄-Nの無機態の形で吸収利用され、とくに畑地条件では、NO₃-NがNH₄-Nに比較して、より多量に吸収されていると一般に考えられている。

また作物に施与される化学肥料の多くは、すなわち尿素肥料をのぞけば、NH₄-NかNO₃-Nかによっているといてもよいであろう。

ここではNO₃-Nをもつ窒素肥料を作物に与えた場合、その葉色がどのようになるであろうかを考えてみたいと思う。

2. NO₃-Nの吸収と培地ならびに作物組織のpH.

前にものべたとおり、作物は与えられた窒素を、NO₃-NかNH₄-Nの形態で吸収する。この作物に吸収され

る窒素の量は、他のすなわち、カリ、石灰、マグネシウムなどの陽イオン総量あるいは塩素、リン酸、硫酸などの陰イオン総量に比較すると、つねに多量に吸収されている。

したがって、NO₃-Nは陰イオンであるので、培地のpHはアルカリ性に傾き、NH₄-Nイオンは陽イオンであるので、酸性に傾くことは言うまでもない。すなわち硝酸塩の窒素肥料は、生理的アルカリ性肥料、アンモニア塩の肥料は、生理的酸性肥料と呼ばれているゆえんである。

第1表に、上述のことを示すため、スイートソルゴーを水耕により栽培し、NO₃-Nまたは、NH₄-Nを窒素源として供給した時の、培地の変動を示した。

培地のpHの変動は、培地成分の組成や、緩衝能力により多少は異なる様相を示すが、結論的には、NO₃-NなりNH₄-Nなりの吸収量と、他の陽イオンなり、陰イオンなりの吸収量の差によっていると見える。

第1表に示した試験は、水耕培地という条件で行った結果であるが、通常の土壌条件の場合でも、同様と考えてよい。

ただ、土壌条件の場合は、一般に水耕培地の場合と比

<目次>

§ NO₃-Nの代謝と葉色との関係について……(1)

広島大学水畜産学部 尾形昭逸
教授・農学博士

§ うまい茶づくりと肥培管理……(5)

京都府茶業研究所 佐々木禎郎
栽培科長

§ 窒素の形態とイチゴの萎黄病との関係……(7)

奈良県・大和郡山 芳岡昭夫
農業改良普及所長

§ 53年産米収穫量は史上最高を記録?……(4)

第1表 スイートソルゴー幼植物の培養による
培地 pH の変動

培養後時間	12時間	24時間	48時間	96時間	120時間
NO ₃ -N 60ppm	5.8	6.3	6.8	7.1	7.3
NH ₄ -N 60ppm	5.2	4.8	4.3	4.1	3.9

培養液量4ℓ 初期 pH 5.8。

培養液組成 K₂SO₄にて K₂O 40ppm,
MgSO₄にて MgO 30ppm,
CaCl₂にて CaO 30ppm,
NaH₂PO₄にて P₂O₅ 25ppm,
FeCitrateにて Fe 2ppm,
MnSO₄にて Mn 0.2ppm,
NO₃-Nは NaNO₃, NH₄-Nは (NH₄)₂S
O₄にて供給。
スイートソルゴー発芽後2週間のもの6
個体移植した。

較して、土壌の種類にもよるが、より高い緩衝能力をもっていると考えられ、その変動中は小さいものと考えられる。さらに土壌条件の場合は、この pH の変動は根圏域に限られていて、水耕の場合のように、pH の変動が拡散しづらい。

しかし、作物の生育初期や、作期の短い葉菜類などは、その根圏域が狭く限定されているので、窒素肥料としてあたえた NO₃-N なり NH₄-N なりにより、土壌 pH の変動が、鉄、マンガンなどの吸収に影響をあたえ、ひいては、その葉色の濃淡に影響をあたえうることは、充分に考えられる。

NO₃-N の吸収にともなう培地 pH の上昇については上記のとおりであるが、この培地 pH の鉄成分の吸収については、後にのべることとするが、NO₃-N を吸収した作物の組織の pH の変動を、第2表に示した。

第2表 NO₃-N, NH₄-N を与えた場合の
スイートソルゴー幼植物組織の pH

培 養 時 間		12時間	24時間	48時間	96時間	120時間
NO ₃ -N	葉組織	5.86	5.86	5.90	6.15	6.23
	根組織	5.72	5.95	5.93	6.01	6.13
NH ₄ -N	葉組織	5.78	5.65	5.75	5.90	5.89
	根組織	5.65	5.80	5.77	5.85	5.77

実験条件は第1表と同時。

組織 pH の測定は組織を H₂O (2 倍量) にて摩砕し液汁による。

これによると、NO₃-N を吸収した作物の組織の pH は、NH₄-N の場合に比較すると幾分高めになるが、然し、培地のそれに比較すると、決して大きいものではない。また NO₃-N を吸収した場合、随伴する陽イオンはカリが主であり、次いでマグネシウム、石灰であるが、組織 pH は、その組織が生産する有機酸により、平衡が保たれ、大きな変動は通常起りえない。

また、この範囲での pH の変動は、組織中での生理的に、活性の Fe の濃度に大きな変動を与えるとは考えにくい。もちろん NO₃-N を吸収した作物組織のカリ含有濃度がより高くなることは、すでに著者らも明らかにしており、この高カリ含有の組織では、鉄の生理的活性度が低くなり、クロロフィル形成が低下するとの研究成績もある。

しかし、後にのべるとおり、培地 pH の変動にともなう培地よりの鉄などの吸収抑制が、より葉色の濃淡を支配するクロロフィルの形成に対し、大きな影響があると考えてよい。

3. NO₃-N の供給と葉のクロロフィル濃度

第3表 NO₃-N を供給した場合のスイートソルゴーの葉組織のクロロフィル量を、その葉組織の単位面積当りで示した。この単位葉面積あたりのクロロフィル量は葉の緑色の濃淡を示す、1つの指標となるものと考えてよい。

第3表 NO₃-N または NH₄-N を供給された
スイートソルゴーの葉の単位面積当りの
クロロフィル量および葉組織の平均厚

N 濃 度 ppm		0	20	60	180
NO ₃ -N	クロロフィル量 mg/dm ²	1.92	2.01	2.82	3.05
	葉 厚 mm	0.0166	0.0182	0.0216	0.0230
NH ₄ -N	クロロフィル量 mg/dm ²	1.92	2.22	3.08	3.14
	葉 厚 mm	0.0166	0.0175	0.0189	0.0196

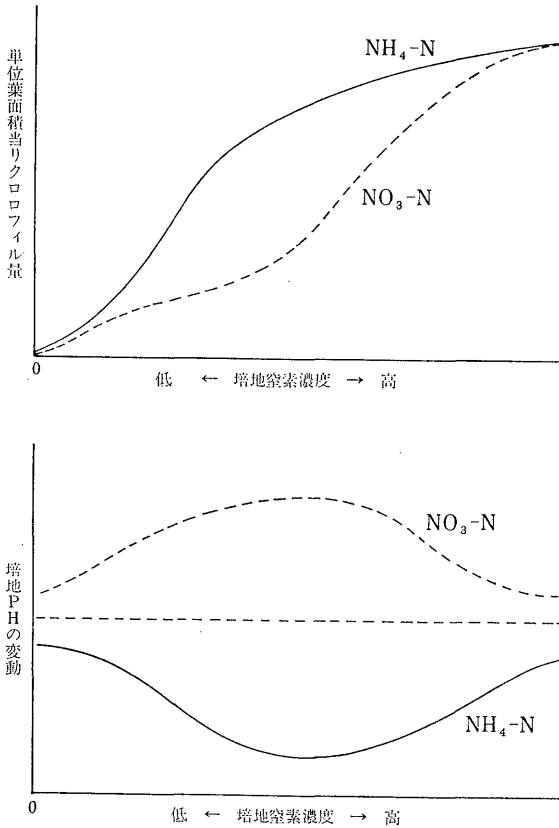
培養液量 4 ℓ, 培養期間発芽後2週間、幼植物の培養6週間、培養液交換5日毎、その他は第1表と同じ。培養液 pH 無調節

なおこの場合、水耕培地の pH は調節はしていない。これによると、窒素供給量の低い場合は、NO₃-N でも NH₄-N でもクロロフィル量には差異はない。しかし供給が多くなると、NO₃-N は NH₄-N に比べて、確かにクロロフィル量は低くなる。しかし、さらに窒素供給が多量になると、NO₃-N は往々に、そのクロロフィル量を増してくる。この模式図を示すと第1図のようになる。この時の培地 pH の変動の模式図も、同時に示した。

また、第3にクロロフィル量とともに、葉組織の厚さも示した。

葉の葉色の濃淡は、単位葉面積あたりのクロロフィル含量のみならず、葉組織の厚さによっても変ると考えられる。すなわち、単位面積あたりのクロロフィル含量が同じであっても、葉の厚さがあつくなると、肉眼には淡く感ぜられることは、当然のことである。NO₃-N を供給したスイートソルゴーの葉組織厚は、NH₄-N に比較して確かに厚くなっている。

第1図 NO₃-N, NH₄-N を窒素源とした時の
培地 pH の変動と葉クロロフィル量の変動の模式図



この結果によると、常時 pH を調節し、NO₃-N を供給すると、単位葉面積当りで表現されるクロロフィル量は、NH₄-N の場合に比較して変りない。

家畜ふん尿、堆肥などをあたえると、土壌よりの窒素の供給がよくなり、しかも、NO₃-N 化成量も多く、よく NO₃-N を作物が吸収されるようになる。すなわち根圏域も広がってくると、その作物の葉色が大へん濃くなってくる。すなわち、根圏 pH の変動や鉄等の供給は、この場合変化は少ない。

このような事は NO₃-N の吸収、代謝が直接的にクロロフィル形成量を抑制するとは考えられない。

むしろ、NO₃-N の吸収にともなう培地 pH の上昇に伴う鉄の吸収低下によるクロロフィル形成量の低下によるものと考えられる。

しかも、このような NO₃-N 供給による葉色の淡色化の傾向は、作物の生育初期の根圏域のより狭い時期により顕在化するし、作物の生育のより後期に見られる葉色の淡緑化とは、異った要因によると結論される。

また、第4表に示したとおり、NO₃-N の供給と、吸収に伴う培地 pH の変動による鉄の不溶化による鉄吸収の抑制による、クロロフィル形成の抑止によるものでありマグネシウム等の吸収抑制によるものでないことが明らかである。

5. 培地 pH の調節と鉄等の供給と葉色との関係

前述のように、NO₃-N を供給した時の葉色の緑度はたしかに淡くなると考えられる。

この要因としては、NH₄-N あるいは NO₃-N の吸収量の差にもとづく葉組織の窒素濃度の差異や、pH の差異にもとづくクロロフィル形成量の差異とは考えづらい。このことに関する検討結果については、ここでは示さないが、第4表に示したように、NO₃-N の供給による葉色の淡色化の傾向は、培地 pH の上昇による培地よりの鉄の吸収抑制にともない、組織中の鉄濃度の低下によるクロロフィル形成の速度の低下による、二次的結果によるものと考えられる。

第4表に NO₃-N を供給した時の水耕培地の pH の調節、鉄濃度の鉄供給による強化、マンガン、マグネシウムの供給強度の増加の効果を検討した。

6. おわりに

NO₃-N 肥料を施与した場合、往々にして、その作物の葉の緑度が淡くなることが見受けられる。葉色が淡くなる原因としては、供給した窒素の効果がなく、窒素利用の不良にともなう作物の低窒素栄養にともなう直接的なクロロフィル形成の不良によるもの、または NO₃-N の作物体内での代謝にもとづく一次的なクロロフィル形成の低下などが考えられるが、上記両要因よりは、むしろ NO₃-N の吸収による培地ないしは根圏土壌 pH の

第4表 NO₃-N, NH₄-N を供給し、pH の調節、鉄、マンガン、マグネシウム供給強化した時の葉のクロロフィル量 (mg/dm²)

処 理 区	無処理区	pH-定区pH5.8	Fe 2 倍区	Fe 3 倍区	Mn 3倍区	Mg 3倍区
NO ₃ -N 60ppm	2.75	3.25	3.00	3.27	2.67	2.90
NH ₄ -N 60ppm	3.12	3.34	3.28	3.34	2.98	3.15

培養条件は第1表と同じ。

培養期間は第3表に示したとおり6週間。培養液交換は7日毎とした。

上昇による、一時的な鉄の不溶化にともなう鉄吸収の低下の、二次的要因と考えられる。

したがって NO₃-N 肥料を窒素源として施与する場合、土壌の pH 変動に対する緩衝能が高く、かつ鉄供給

の高い土壌では、葉色の緑度の淡化は顕在化はしないであろう。

(文献は省略した。本文に掲げたデータは著者によって得られたものである。)

53年産米収穫量は史上最高記録?

来年10月末在庫は600万トンを突破

農林水産省が9月15日現在でまとめた、53年水稻の作柄概況、作付面積について、中川農相が10月3日閣議で報告したところによると次の通りである。

すなわち<作況>は、平年に比べて7%増(指数107)と、ひと月前に予想した「6%増」を更に上回り、10a当たりの収量は494kgと史上最高を記録する見込と云われる。つまり、この順で行くと、10月末の政府古米在高は600万トンに迫るばかりか来年10月には620万から630万トンの余剰米を抱え込むのは確実とあって、農林水産省は、これが対策に腐心している。

作況指数を分類すると、(平年比)が106以上は「良」、102~105は「やや良」、99~101が「平年並み」であるが、今回の調査では「平年並み以下」の県はゼロ、「良」が37県(8月15日調査では26県)、「やや良」が10県(同21県)となり、各県ともほぼ予想以上の収穫が見込まれる訳である。

豊作の原因は、全国的な好天と高温で、この結果53年産水稻の収穫量(試算)は1251万トンで、陸稻を含めた米全体の収穫量は1257万5千トン(平年は1171万2千トン)となる見込みである。農林水産省は当初、1170万トンの収穫量を見込んでいたの、これをさらに80万トンも上回ることになる。

農林水産省では、53年産米の作柄概況がまとまったのに伴って、10月3日、当面の減反政策について検討した結果、向う3年間(53~55年度)の目標面積(毎年39万2千ha=170万トン相当)は変更しないことに決定した。

これは、既に目標の「3年固定」を“公約”としている関係上、この原則をくづすと農家の信頼を失う可能性があるという理由によるものと見られる。

ただ目標を変えなくても、農家の協力を得て減反の上積みをするよう指導する考えだと云われている。

また向う3年間も含めた10年計画の水田利用再編対策については、農政全体との関連で見直すことになっている。

53年産水稻試算収穫量

(収量は107%当たり)

	作付面積 (ha)	収量 (kg)	試算収穫量 (トン)	作況 指数
全 国	2,532,000	494	12,510,000	107
北海道	175,400	532	935,700	117
青 森	79,100	597	472,200	107
岩 手	87,200	525	457,800	109
宮 城	114,200	513	585,800	107
秋 田	122,000	575	701,500	105
山 形	98,600	581	572,900	104
福 島	102,900	522	537,100	110
茨 城	104,600	459	480,100	107
栃 木	93,600	432	404,400	106
群 馬	30,400	433	131,600	107
埼 玉	56,200	407	228,700	103
千 葉	82,500	488	402,600	108
東 京	876	348	3,050	106
神 奈 川	6,030	406	24,500	110
新 潟	164,200	510	837,400	102
富 山	61,300	493	302,200	104
石 川	41,000	490	200,900	102
福 井	40,600	496	201,400	103
山 梨	9,650	465	44,900	110
長 野	58,700	553	324,600	106
岐 阜	45,900	438	201,000	113
静 岡	31,300	454	142,100	111
愛 知	53,200	449	238,900	108
三 重	53,600	448	240,100	111
滋 賀	51,000	491	250,400	104
京 都	26,000	446	116,600	107
大 阪	12,300	397	48,800	110
兵 庫	67,500	439	296,500	109
奈 良	18,200	436	79,400	105
和 歌 山	14,100	416	58,700	107
鳥 取	23,000	482	110,900	106
島 根	36,500	472	172,500	106
岡 山	56,700	480	272,200	109
広 島	46,500	479	222,700	106
山 口	43,700	475	207,600	106
徳 島	19,600	427	83,700	110
香 川	25,300	464	117,400	107
愛 媛	27,400	477	130,700	108
高 知	23,900	367	87,700	106
福 岡	71,100	510	362,600	105
佐 賀	43,700	546	238,600	106
長 崎	24,600	424	104,500	106
熊 本	67,200	508	341,400	108
大 分	41,200	471	194,100	107
宮 崎	34,800	439	152,800	110
鹿 児 島	43,500	433	188,400	112
沖 縄	1,350	275	3,710	108