

シクラメン栽培における栄養診断技術

第1報 葉柄搾汁液硝酸イオン濃度の簡易測定法

井上恵子¹⁾・小林泰生²⁾・荒木雅登
(生産環境研究所)

シクラメン栽培において、窒素栄養の診断を行うために試料の採取方法や簡易測定法および測定時の光条件、測定時刻等の測定条件の影響について検討し、葉柄搾汁液硝酸イオン濃度の簡易測定法を明らかにした。

- 1 葉柄をにんにく絞り器で絞って得られる搾汁液や摩砕した葉柄の硝酸イオン濃度は、液肥の窒素濃度および葉身の全窒素濃度が高いほど高くなっており、窒素の栄養診断および施肥時期の判断の指標値として利用できる。
- 2 葉柄の硝酸イオン濃度を簡易に測定するための抽出法は、仕上げ鉢定植以降では葉柄をにんにく絞り器等で搾汁するのが良い。
- 3 葉柄の硝酸イオン濃度は、葉柄搾汁液および摩砕して得られる抽出液に硝酸イオン試験紙を浸し発色させた後、試験紙の発色程度を小型反射式光度計またはカラースケールで読みとることにより簡易に測定できる。
- 4 葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度を測定する場合の調査葉は、できるだけ若い成熟葉（新生第3~4葉）が良い。
- 5 葉柄の採取時刻は、9時から18時までの何れの時刻でも良いが、照度が晴天日の6~7割程度しかない曇雨天が48時間以上続いた場合は、葉柄の硝酸イオン濃度に変動がみられることがあるので少なくとも24時間は晴れが続いた後に測定する必要がある。

[キーワード：シクラメン、栄養診断、葉柄、硝酸イオン]

A Nutritional Diagnostic Method for Cyclamen. (1) A Simple Measurement of Nitrate Concentration in Petiole Fluid, Keiko INOUE, Yasuo KOBAYASHI and Masato ARAKI (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino Fukuoka 818 - 8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 21 : 25 - 29 (2002)

The authors investigated a simple nutritional diagnostic method for Cyclamen, from a procedure for sampling petiole fluid. The effect of the sunlight intensity, time of sampling and measurement of nitrate concentration in petiole fluid have also been tested.

1. The nitrate concentration in petiole fluid obtained with the use of a garlic press or by mashing the petiole with water became higher, as the nitrate concentration of the nutrient solution and the leaf of Cyclamen became higher. Therefore, petiole nitrate concentration can be used as an indicator for a nutritional diagnosis and for judging the amount of supplementary fertilizer to be applied.
2. The simple procedure for extracting the petiole fluid to determine the nitrate concentration after final potting is carried out by squeezing the petiole in a garlic press.
3. Nitrate concentration in the petiole fluid, prepared by the above method can be determined simply by dipping a nitrate test paper in the fluid and referring to a simple reflection photometer or a color scale.
4. Younger mature leaves, that is the third or fourth leaf from the youngest, are suitable as sample for the above measurement.
5. Sampling the leaves can be carried out any time from 9 to 18 o'clock, however when the light intensity of 60~70% of a fine weather has continued more than 48 hours. Therefore, the sampling has to be carried out after a fair weather condition has continued at least 24 hours.

[Keywords ; Cyclamen, nutritional diagnosis, petiole fluids, nitrate]

緒言

シクラメンは、クリスマス、正月用の鉢物としての需要が定着しているが、生産者間における品質格差が著しく、収益性に大きな差を生じている。シクラメンの品質は、施肥管理、特に窒素の施用量に大きく影響されるが、生産者の多くは、生育状況や気象条件などを考慮しながら経験と勘によって施肥の時期や量を決定している。また、シクラメンは品種も多く、播種から出荷まで1年程度と長い期間を要するため、経験と勘による施肥

管理は、品質の不安定化の大きな要因となっている。このことから生産現場では、的確に施肥管理を行うためのリアルタイムな簡易栄養診断技術の開発が求められている。

北村は、葉柄や葉身の汁液および導管液や師管液などの生体液における元素の溶出濃度は、乾物中の濃度と違って、作物の栄養状態を知る上で重要な指標となる¹⁾と指摘しており、池田らもトマトの葉柄汁液の窒素濃度は、葉身の窒素濃度より土壤中の窒素に早く反応して、その後の栄養状態の予測に適する²⁾と指摘している。一方、葉柄の硝酸イオン濃度の簡易測定法としては、従来から渡辺らの迅速養分テスト法³⁾が用いられてきたが、

1) 現園芸研究所 2) 現果樹苗木分場

より簡便な方法として硝酸イオン試験紙や小型反射式光度計を用いた方法⁷⁾が開発され、土壌や作物体の硝酸イオンを簡易に精度よく測定することが可能となった。このため、果菜類ではこれらの方法を用いた窒素栄養診断に関する報告が多く見られる^{5),6),9)}。しかし、シクラメンでは、窒素栄養の簡易診断法として、葉柄汁液の硝酸イオンを硝酸イオン試験紙や小型反射式光度計を用いて測定した事例や測定葉位、測定時の光条件、測定時刻等の影響について検討した報告はみられない。

そこで、シクラメンの簡易栄養診断技術を確立するため、生育、品質に最も影響を及ぼすとされる窒素栄養について、簡易診断のための測定方法および測定条件について検討したので報告する。

試験方法

1 簡易栄養診断のための窒素の測定方法

品種は‘カゲホワイト’(F1)を用い、1995年1月11日にメトロミックス用土を用いた98穴トレイに播種し、3月20日に2.5号鉢、5月26日に3号鉢、6月20日に5号鉢(仕上げ鉢)に鉢上げした。仕上げ鉢の用土は、調整ピート:水田土:パーライト:腐葉土:ボラ砂:堆肥を3:1:1.5:1:1に混合したものを用いた。仕上げ鉢定植後から出荷時期の12月中旬までC型鋼による底面給水栽培を行い、底面給水ひもから液肥を常時給水させた。液肥の窒素濃度は硝酸アンモニウムを用いて① 25mg/L ② 50mg/L ③ 100mg/L ④ 150mg/Lの4水準とし、りん酸、加里濃度は各区とも70, 63mg/Lになるようにメリット赤で調製した。試験規模は1区15ポットで実施した。

(1) 葉柄の硝酸イオンの抽出方法

葉柄の硝酸イオンの簡易抽出方法について検討するため、葉柄15本を1cm程度に切断後、良く混合して3等分した後、搾汁法と浸出法の硝酸イオン濃度について摩砕法と比較した。搾汁法は葉柄をにんにく絞り器で搾汁し、浸出法は葉柄2gを2~3mmに切断後20mLの水を加えて30分間振とう後ろ過した。摩砕法は葉柄に水を加え、摩砕後ろ過した。抽出液中の硝酸イオン濃度は亜硝酸還元による比色法(精密分析法)で測定した。

(2) 葉柄の硝酸イオン濃度の簡易測定方法

硝酸イオン濃度の簡易測定法は、葉柄に水を加えて摩砕して得られた抽出液に硝酸イオン試験紙を浸して発色させた後、硝酸イオン濃度を小型反射式光度計(RQフレックス)またはカラースケール(Merckoquant)で読み

とる方法を用い、精密分析法と比較した。

2 葉柄の硝酸イオン濃度の測定条件

試験1と同様に栽培し、C型鋼から供給する液肥の窒素濃度を硝酸アンモニウムを用いて調製して①50mg/L ②100mg/L ③150mg/L ④50-100mg/L(9月27日に変更)とした。

(1) 葉位別葉柄の硝酸イオン濃度

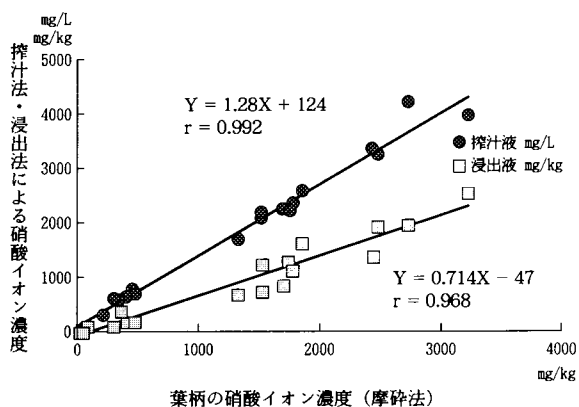
主芽、腋芽ごとに新生葉から2葉ずつ順番に葉柄を採取し、葉柄を摩砕後ろ過したる液の硝酸イオン濃度を小型反射式光度計で測定した。

(2) 葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度に対する測定時の遮光の影響

光条件が葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度に及ぼす影響をみるため、1995年9月18日10時~9月20日10時まで寒冷紗被覆による遮光処理(遮光率70%)を行い、経時的に葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度を小型反射式光度計で測定した。遮光処理期間の天候は晴れであった。また、1997年10月20日12時から29日10時まで、寒冷紗で被覆(遮光率56%)し、被覆終了後に葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度を小型反射式光度計で経時的に測定した。10月29日~30日の天候は晴れであった。遮光処理及び無処理とも10株調査した。

(3) 葉柄硝酸イオン濃度に対する測定時刻の影響

1997年9月29日9時~9月30日9時まで各濃度区の5株について、経時的に葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度を小型反射式光度計で測定した。

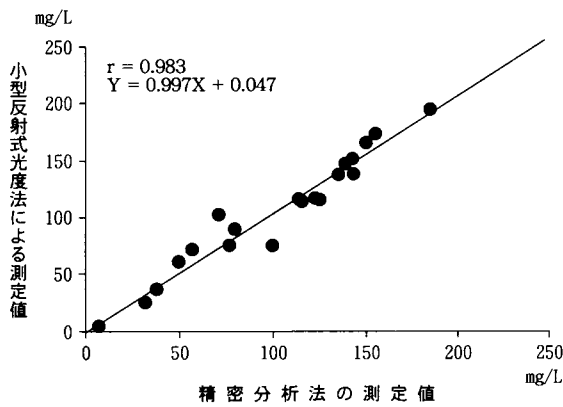


第1図 抽出方法及び葉柄の硝酸イオン濃度

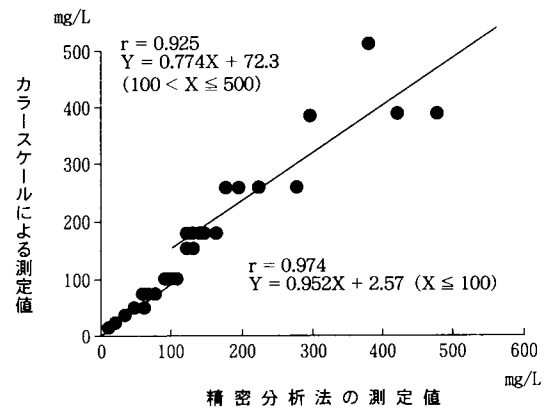
第1表 土壌の無機態窒素濃度およびシクラメンの窒素濃度

液肥窒素 (ppm)	土壌の無機態窒素 (mg /100g)		葉身の全窒素 (%)	葉柄の硝酸イオン① (mg/kg)		葉柄搾汁液の硝酸イオン (mg/L)	
	10/2	12/12	12/12	10/2	12/12	10/2	12/12(月/日)
25	2.6	3.2	1.68	4	10	5	8
50	2.9	3.1	2.13	330	33	361	45
100	3.4	11.1	3.09	1,243	1,232	1,653	1,637
150	12.8	20.0	3.31	2,167	1,487	2,957	1,997

注) ① 葉柄に水を加えて摩砕後ろ過して測定した。



〔小型反射式光度法と比色法の比較〕



〔カラースケール法と比色法の比較〕

第2図 簡易法と精密分析法による葉柄摩砕液の硝酸イオン濃度

注) 小型反射式光度法はRQフレックス(測定範囲: 5~225mg/L)、カラースケール法はメルコクアント硝酸イオン試験紙(測定範囲: 0~500mg/L)を用いる。

結果

1 簡易栄養診断のための窒素の測定方法

液肥の窒素濃度を変えた場合の土壌の無機態窒素濃度とシクラメンの窒素濃度との関係を第1表に示した。土壌中の無機態窒素濃度は、液肥の窒素濃度が25, 50mg/Lでは各時期とも3mg/100g程度と低かったが、100mg/L以上では液肥の窒素濃度が高いほど高かった。しかし、葉身の全窒素濃度、葉柄の磨砕液及び葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度は液肥の窒素濃度が25~150mg/Lの範囲では、濃度が高いほど高かった。

葉柄の硝酸イオンの簡易抽出法と磨砕法による硝酸イオン濃度の関係を第1図に示した。浸出法による葉柄の硝酸イオンは、磨砕法の7割しか抽出されなかったが、搾汁法は、磨砕法に比べ3割程度高い値を示し、浸出法より高い正の相関($r=0.99$)がみられた。

葉柄の硝酸イオン濃度を測定する簡易法の精度について第2図に示した。シクラメンの葉柄中硝酸イオン濃度では、硝酸イオン試験紙の発色程度を小型反射式光度計で読みとる方法は、精密分析法(比色法)と高い正の相関($r=0.983$)が認められた。また、硝酸イオン試験紙の発色程度をカラースケールで読みとる方法は、硝酸イオン濃度が100mg/L以下であれば比色法との間に相関係数0.97の高い正の相関が認められるが、100mg/L以上では測定誤差が大きくなった。

2 葉柄の硝酸イオン濃度の測定条件

液肥の窒素濃度と葉別葉柄の硝酸イオン濃度を第2表に、主芽と腋芽における葉柄の硝酸イオン濃度を第3表に示した。葉柄の硝酸イオン濃度は、葉位によって異なり、未展開葉で低く、古葉で高かったが、各濃度とも新生展開第3葉から8葉の若い成熟葉で変動が少なかった。また、第3葉から8葉の葉柄搾汁液中の硝酸イオン濃度は、培養液の窒素濃度を50ppmから100ppmに上昇させると1週間後には培養液50ppm区より高くなったが、第9葉以上の古葉ではその傾向が見られなかった。

第2表 主芽における葉別葉柄の硝酸イオン濃度

葉位	10月4日					
	50mg/L'		50-100mg/L'		100mg/L'	
	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)
未展開		258		369		135
第1,2	3.9	407	4.8	858	3.9	726
第3,4	5.4	461	6.1	682	5.8	1,595
第5,6	5.7	495	5.3	803	6.0	1,880
第7,8	6.7	528	7.0	979	8.6	1,617
第9,10	5.8	2,475	5.9	737	6.3	2,300
第11,12	6.1	3,663	6.0	3,135	8.2	1,925
第13,14	6.5	7,821	5.4	1,067	8.5	5,005
第15,16			7.2	4,180	6.6	6,237
第17,18			8.2	4,840	7.1	5,049
第19,20			9.1	5,500	7.1	5,170

注) 底面給水の液肥窒素濃度、50-100mg/L区は9月27日に変更

第3表 主芽と腋芽における葉別葉柄の硝酸イオン濃度

葉位	10月4日 (液肥窒素濃度: 100mg/L)							
	主芽		腋芽1		腋芽2		腋芽3	
	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)	葉身長 (cm)	NO ₃ (mg/kg)
未展開		135		256				220
第1,2	3.9	726	3.8	770	3.9	1,320	3.2	627
第3,4	5.8	1,595	6.0	1,320	5.9	1,430	7.7	1,705
第5,6	6.0	1,880	6.0	1,650	7.7	1,430		
第7,8	8.6	1,617	7.7	1,650				
第9,10	6.3	2,300	7.6	4,400				
第11,12	8.2	1,925	7.1	5,170				
第13,14	8.5	5,005						
第15,16	6.6	6,237						
第17,18	7.1	5,049						
第19,20	7.1	5,170						

第4表 遮光処理と葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度

遮光後 経過時間 (h)	液肥窒素濃度 (mg/L)	葉柄搾汁液硝酸濃度 (mg/L)		測定時の照度 (klux)	
		無遮光	遮光	無遮光	遮光
		24	50	725	700
	100	1715	1556		
	150	3089	2989		
48	50	747	455*	72	23
	100	1892	2823*		
	150	3029	3575		

注) *, ** t検定, 遮光処理間に各々5%, 1%水準で有意差有り。
寒冷紗遮光処理: 9月18日10時~9月20日10時
処理期間の天候: 晴

第5表 遮光処理および遮光終了後の葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度

遮光処理	遮光終了後経過時間 (時間)			
	0	6	24	48
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
有	466*	480*	790	850
無	825	809	858	920

注) *: t検定, 5%水準で処理区間に有意差有り

第6表 葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度の1日の推移

液肥窒素 濃度	9月29日				9月30日
	9時	12時	15時	18時	9時
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
50	140	165	135	168	182
100	600	632	602	580	608
150	2,200	2,420	2,531	2,008	1,990

若い成熟葉の葉柄の硝酸イオン濃度は、主芽と腋芽との間には大きな差はみられなかった。

寒冷紗で遮光処理した葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度を第4, 第5表に示した。寒冷紗で遮光した場合の葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度は、遮光後48時間後には遮光前との差が認められ、液肥の窒素濃度50mg/L区では無遮光区より低下し、100mg/L区では上昇した。また、寒冷紗被覆を除去してから24時間後には、葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度は無遮光区と同程度になった。

葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度の1日の推移を第6表に示した。葉柄の採取時刻が9時~18時の間では葉柄の硝酸イオン濃度に差は見られなかった。

考 察

トマト、キュウリでは窒素栄養診断に葉柄汁液が用いられているが^{5), 6)}、シクラメンにおいても葉柄摩砕液および葉柄搾汁液の硝酸イオン濃度は、葉身の全窒素濃度や供給する液肥の窒素濃度が高いほど高く、窒素の栄養診断及び施肥時期の判断の指標値として利用できると考えられた。

葉柄の硝酸イオンの抽出法は、渡辺らの方法では葉柄を細かく切断して試薬で浸出する方法⁹⁾、キュウリやトマトでは、葉柄をにんにく絞り器で搾汁する方法、バラでは、乳鉢で摩砕する方法がとられている⁹⁾。仕上げ鉢

定植以降のシクラメンでは、葉柄から搾汁液が容易に採取できることや搾汁液の硝酸イオン濃度は、葉柄を切断して浸出する浸出方法より簡便で精度が高いことから搾汁液を用いるのが適当と考えられる。しかし、仕上げ鉢定植前の育苗期はまだ株が小さいため葉柄からは搾汁液を採取しにくく、しかも多量の葉柄を用いると生育への影響も懸念されるので、育苗期は5本程度の葉柄に水を5~20倍加えて摩砕後ろ過する方法が適当と考えられた。また、シクラメンの葉柄の硝酸イオン濃度は硝酸イオン試験紙や小型反射式光度計を用いて簡易に測定でき、この方法は試薬を作成する必要がないため迅速養分テスト法⁹⁾より簡便である。なお、硝酸イオン試験紙の発色程度をカラースケールで測定する方法は、安価で実用性が高いと考えられるが硝酸イオン濃度が100ppm以上ではばらつきが大きいと100ppm以下になるように希釈する必要がある。

キュウリ、トマト、バラでは、前後の葉位に比べて硝酸イオン濃度の差の少ない葉位が診断部位として適しているとして、品目ごとに測定葉位を選定している⁹⁾。また、池田らは、トマトでは土壌養分を欠乏させると上位葉が下位葉より早く敏感に反応する⁹⁾と報告しており、シクラメンにおいても栄養診断のための測定葉位は、前後の葉位間で差が少ない上位葉が適すると考えられる。シクラメンでは古葉の葉柄の硝酸濃度は液肥の窒素濃度に関わらず高い値を示し、未展開葉は液肥の濃度との関連が低かった。また、新生展開第1, 第2葉は第3葉以降の葉柄の硝酸イオン濃度との差が大きい場合も見られ不安定さが懸念されたが、第3~8葉では主芽、腋芽に関わらず、液肥の濃度に対応しており、葉位間の葉柄の硝酸イオン濃度に変動が少なかった。また、シクラメンでは展開葉位が上がると生育を継続させたままでは葉位が数えにくいため試料採取が困難であることから、診断葉位は新生展開第3~4葉が適当であると考えられた。

シクラメンでは、日中であれば葉柄硝酸イオン濃度の同日内の採取時刻による変動は認められず、トマトでも同様な報告があることから、採取時刻は9時から18時であればいつでも良いと考えられた。また、測定時の光条件の影響については、液肥の窒素濃度が50mg/Lでは遮光処理48時間後には葉柄の硝酸イオン濃度が低下し、100mg/Lでは遮光後上昇した。これらの変動は、光強度が減少すると蒸散抑制により根からの硝酸イオンの吸収量が減少するとともに同化作用等の低下により葉身における硝酸還元も行われにくくなるため生じると考えられる。また、葉柄の硝酸イオン濃度が500mg/L程度では遮光処理を終了すると24時間後には無遮光の硝酸イオン濃度と同程度まで上昇したことから、照度が晴天日の6~7割程度しかない曇雨天が48時間以上続いた場合は、少なくとも24時間は晴天が続いた後に測定する必要があると考えられる。しかし、遮光処理によって上昇した葉柄の硝酸イオン濃度が遮光終了後に無遮光と同程度まで低下する時間については不明であり、測定精度を高める上から今後検討する必要がある。何らはトマトでは、葉柄搾汁液中の硝酸イオン濃度は、第1花房開花期から第4花房開花期まで長期間遮光処理すると高くなるが、晴

天日と雨天日による差はみられなかったと報告している1)。光強度が葉の無機成分の吸収、同化作用、光合成作用などの生理機能に及ぼす影響は植物によって異なるので、測定時の光条件が葉柄の硝酸イオン濃度に及ぼす影響も異なると考えられる。

高品質なシクラメンを安定的に生産するためにはリアルタイム診断に基づいた施肥管理が必要であり、本研究によって窒素栄養のリアルタイム診断を行う場合の診断部位、簡易測定方法、測定時の光条件、時刻の影響が明らかになった。今後、生育時期別の最適な葉柄の硝酸イオン濃度を明らかにし、リアルタイム診断を行う場合の診断基準値を作成するとともに多量要素である加里やリン酸についても簡易診断方法を明らかにする必要がある。

引用文献

- 1) 何穀清・寺林敏・並木隆和(1994)トマト葉柄汁液分析における採取時の天候および採取時刻による無機養分濃度の差異. 園学雑63(1):302-303.
- 2) 池田英夫・篠原温・糠谷明・寺林敏・犬伏芳樹(1995)園芸作物の新しい栄養診断法の開発. 平成4~6年度科学研究費補助金研究成果報告書1-172
- 3) 池田英夫(1993)園芸作物の栄養診断に関する研究(第3報)培養液の濃度ならび要素欠乏がトマトの汁液中無機要素濃度に及ぼす影響. 園学雑62(2):306-307.
- 4) 北村秀教・米山忠克(1994)培地カルシウム濃度の違いがキュウリ, コマツナの生体液のカチオン・アニオン濃度に及ぼす影響. 土肥誌65(6):660-669.
- 5) 六本木和夫(1991)果菜類の栄養診断に関する研究(第1報)葉柄汁液の硝酸態窒素濃度に基づくキュウリの栄養診断. 埼玉園試研報18:1-15
- 6) 埼玉園試・愛知農総試・千葉園試(1995)リアルタイム土壌溶液・栄養診断による施設園芸作物の効率的肥培管理システムの開発. 平成4~6年度地域重要新技術開発促進事業 研究成果報告書1-95
- 7) 建部雅子・米山忠克(1995)作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定方法. 土肥誌66(2):155-158.
- 8) 渡辺和彦(1986)迅速養分テスト法の実際. 原色生理障害の診断法:189-239
- 9) 山田良三・加藤敏博・井戸豊・関稔・早川岩夫(1995)リアルタイム土壌・栄養診断に基づくトマトの効率的肥培管理(第1報)葉柄汁液の硝酸濃度に基づく診断基準の作成. 愛知農試研報27:205-211.