



Title	リンゴ新しょうの耐凍性に及ぼす窒素栄養の影響
Author(s)	今河, 茂; IMAKAWA, Shigeru; 原田, 隆 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 26, 93-97
Issue Date	1989-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13401
Type	departmental bulletin paper
File Information	26_p93-97.pdf



リンゴ新しょうの耐凍性に及ぼす窒素栄養の影響

今河 茂

(北海道大学農学部附属農場)

原田 隆

(北海道大学農学部果樹蔬菜園芸学講座)

(1989年1月24日受理)

緒 言

作物の耐凍性と栄養条件、特に窒素栄養との関係については既に多くの研究が行われており⁶⁾、リンゴ樹に関するものとしては、WAY⁸⁾、EDGERTON²⁾、峯岸ら³⁾、西山ら⁵⁾などの報告がある。

従来この問題は通常の栽培状態における凍害の自然発生状況の観察結果から判断し、論じられていることが多かったが近年になってからは、施肥時期及び施肥量の段階的設定、低温恒温下での凍結処理などの方法によって、条件の明確化と結果の再現性向上が図られるようになってきた。しかし、しばしば用いられている砂耕法によっても、要素吸収量の調節と測定を正確に行うことは難しい。

そこで、最近リンゴ樹についても水耕培養の技術が確立されたことに着目し、この方法によって窒素栄養レベルを規整しながら生育させた樹体を試料とする耐凍性の調査を試みた。試料が少なかったために明確な結論は得られなかったが、その方法と結果の概要を報告する。

材料及び方法

培養用苗木 前年秋に入手した‘スターキング・デリシャス’の1年生苗木60本を、接木部位から80cmの長さに切りそろえ、6月20日まで通気した水の中で生育させたものを用いた。

培養方法 1/2000 aワグナーポットに培養液11 lと苗木1本を入れ、培養液に連続通気しながら6月21日から11月10日、培養液が凍結するまで、戸外で培養を行った。培養液の組成は森の処

方⁴⁾を参考にしてTable 1に示す要素濃度となるようにした。窒素(N)は8月16日までは一律に100 ppmの濃度とし、それ以後は3区に分けA=100 ppm、B=40 ppm及びC=0(無窒素)と濃度に差をつけることによって供給量を3段階に設定した。生育後期のN供給量としては、100 ppmでは過剰、40 ppmでは適正で新しょうの秋伸びを起すことなく、無窒素では当然生育不良となるものと予想された。

培養液は1週間で更新し、水の補給とpHの調整は2日に1度行った。培養液からの水分蒸発とポット内への雨水の流入を防ぐためにポットにふたを付けていたが、木の吸水のために液量が減少するので、11 lの水位に印を付け液面がこの位置を保つように水を補った。栄養要素が吸収されるのに伴い、液のpHが上昇するので、硫酸を加えてpHを5～6に維持するようにした。

N吸収量測定 1本の樹体が1週間に吸収するNの量を知るため、生育期間中7回にわたり、液の更新直前に各区5個のポット(生育のそろった木の入っているものを選んだ)から培養液のサンプルを採りNの残量を調べ、これを当初量から差し引いて吸収量を求めた。液中のNはすべて硝酸態であるのでフェノール硫酸法で定量した。

新しょう生長量測定 各区から生育のそろったものそれぞれ5個体を選び、発生したすべての新しょうの長さの合計を調べ、8月16日(N供給量に差をつけたとき)と10月25日(新しょうの伸長が完全に停止したとき)の長さの差を求めた。

新しょう皮層部の3要素(N, P, K)含有量測定 各区から新しょう生長状態のそろった10

Table 1. Composition of the culture solution

Nutrient element	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	B
Concentration(ppm)	*	20	109	30	100	40	1	0.1	0.1	0.1

Nitrogen is contained as $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and KNO_3 .

* A=100, B=40, C=0

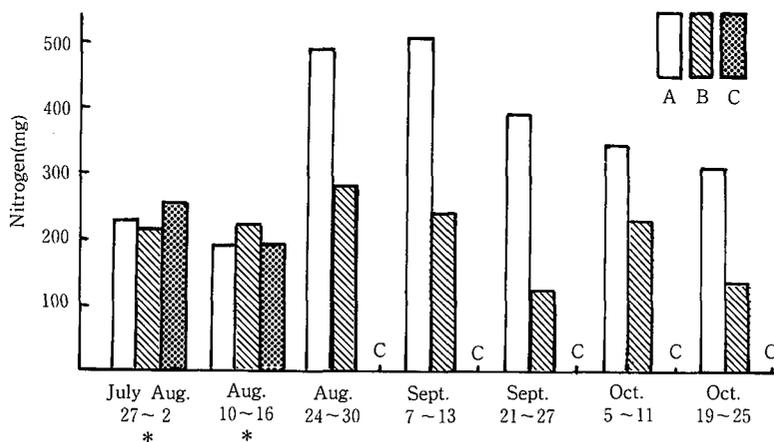


Fig. 1. Seasonal change in the amount of nitrogen absorbed by a tree for a week.

Each column shows the average value of 5 trees.

A : Trees grown in a solution containing 100 ppm nitrogen.

B : Trees grown in a solution containing 40 ppm nitrogen.

C : Trees grown without nitrogen.

* Trees of A, B and C were grown equally in a solution containing 100 ppm nitrogen until August 16.

個体を選び、11月5日にそれぞれから4本の新しゅうを採り、基部、中間部及び生端部の3部分に分け、中間部の皮層部を乾燥・粉碎して試料とした。Nはキェルダール法、Pはバナドモリブデン酸法、Kは炎光分光法でそれぞれ定量した。

耐凍性の検定 前述の新しゅうの基部及び先端部を各区それぞれ4群に分け、対照区、 -10° 区、 -15° 区及び -20° 区とした。同一樹の4本の枝の上部のものから順次この処理区に割り当てた。凍結方法としては、まず -15° に1時間置いて結水を確認してから(結水していない場合は氷片で植水)徐々に温度を下げてゆき所定温度に達してから12時間経過後、 $+5^\circ$ で融解させた。凍害の判定は酒井の方法⁷⁾に従い、組織の褐変程度の観察によって行った。

結果及び考察

N吸収量 Fig. 1に示すとおりA区では8月下旬から急増し9月中旬までこのレベルを保ってその後漸減した。B区の吸収量はA区のおよそ1/2にとどまり、培養液中の濃度が吸収量の決定因子となっていることが確認された。B区の9月下旬の吸収量が少な目で10月上旬のそれがやや多過ぎるように見受けられるが、この点については疑問が残る。ただし、従来の報告⁴⁾の結果についても、1週間単位の吸収量には不規則な増減が生じており、液中の濃度が低い場合には個体差や天候の影響を受けやすいことが考えられる。吸収量の少ない9月下旬の調査期間の直前に気温が急激に大きく低下していることが同期間の吸収量減少の原因となっている可能性もある。

新しゅう生長量 N濃度に差をつけた8月中旬

の時点で、新しよ総長に多少の区間差が認められたので、完全に伸長の停止した10月25日における長さそのものではなく、その間の増加量で比較するほうが適切であると考え Table 2 にその値を示した。N吸収量に応じて差の生じていることが認められ、これは個々の枝の伸長が区によって異なることによるものであった。園地における施肥試験の場合でもN施用量の増加に伴い8月下旬以降（生育後期）の新しよ伸長が大となったことが報告されている³⁾。

新しよ皮層部の3要素含有量 Table 3 に示すように、N含有量はN吸収量の多い区ほど高いことが認められたが、P及びKには区間差が認められなかった。両者の液中濃度は区間差がなく一律としているのであるから当然の結果のように考えられるが、そのような場合でもN吸収量が多い

と枝の伸長がおう盛となるためPとKの含有量（組織中の濃度）としては低下することもありうるとの説明も見られる⁹⁾。

凍害発生状況 耐凍性が少し高くなってきていると考えられる11月中旬に材料を採り、1本の枝であっても基部と先端部、皮層部と木部とでは耐凍性が一様ではないことが知られているので⁹⁾、それらを区別して調査した結果は Table 4 のとおりであった。すなわち、 -10° までは全く被害が見られず、 -15° でも少数の枝の皮層部にのみ被害が認められ、 -20° では皮層部はすべて、木部については基部のほとんどすべてが著しい褐変を示していた。しかし、区間の差は明らかではなかった。

赤羽¹⁾は北海道におけるリンゴ及びブドウの凍害の実態調査の結果から、窒素施肥との関連を推測し、峯岸ら³⁾は‘旭’の幼木の園地試験を行い、窒素多用が主幹地際部の凍害発生を増加させることを観察した。また、西山ら⁵⁾はNとKの施肥量を変えた実験の報告の中で、全窒素含量の少ないものは十分な栄養条件が満たされずに耐凍性が弱められ、一方全窒素含量の多いものは枝しよのおそ伸びによる未成熟のために耐凍性が低かったとみられると述べている。EDGERTON²⁾は‘Cortland’について10月と11月上旬のN施肥は枝の凍害を増加させ、その影響は真冬におけるより11月と12月に著しいことを報告している。

以上のように、N栄養条件と耐凍性との関係性を認める見解は少なくないのであるが、本実験においては、N供給量は新しよの伸長や組織のN含

Table 2. Growth of shoots

	Aug. 16(a)	Oct. 25(b)	(b)-(a)
A	335 cm	421 cm	86 cm
B	313	388	75
C	333	395	62

Values are the total lengths of shoots per tree.

Table 3. Contents of N, P and K in the cortex of shoots.

	N	P	K
A	2.20 %	0.30 %	1.27 %
B	2.13	0.30	1.30
C	1.85	0.29	1.30

Table 4. Occurrence of freezing injury on shoot sections

Temperature	Part	A		B		C	
		Cortex	Xylem	Cortex	Xylem	Cortex	Xylem
Control	Top	0	0	0	0	0	0
	Base	0	0	0	0	0	0
-10°C	Top	0	0	0	0	0	0
	Base	0	0	0	0	0	0
-15°C	Top	2	0	5	0	3	0
	Base	3	0	1	0	2	0
-20°C	Top	10	0	10	1	10	4
	Base	10	10	10	9	10	8

Number of injured sections in ten samples.

Samples were prepared on November 15 and treated on the next day.

有量に対しては明らかに影響を与えているが、耐凍性との間には明らかな関連が認められないという結果となった。しかしながら、凍結処理の時期、温度などの条件いかんによっては耐凍性に対する窒素の影響の認められる可能性も考えられるので、更に検討が必要であろう。

摘 要

‘スターキング・デリシャス’の幼木を窒素栄養レベルを変えて水耕培養し、その新しょうを種々の低温で凍結処理することによって、耐凍性に対する窒素栄養の影響を調べた。

A, B, Cの3群の1年生樹を当初は窒素100 ppmを含む培養液で一様に生育させ、8月中旬以降はそれぞれ窒素濃度を異にする培養液へ移した。Aは100 ppm, Bは40 ppm, Cは無窒素である。

新しょうの生長量及び窒素含量は培養液の窒素濃度に比例していた。

冬の初めに、各新しょうの先端部と基部から長さ10 cmの枝片を切り取り、 -10°C 、 -15°C 、又は -20°C で5時間凍結させた。

いずれの試料も -10° での凍結に耐え、 -15° では少数の試料の皮層部が凍害を受けた。全試料の皮層部と基部のほとんどの木部は -20° で凍死した。しかし、窒素栄養条件を異にする区間の耐凍性の差は、本実験の条件の下では明らかでなかった。

引用文献

1. 赤羽紀雄：りんご及びぶどうの凍害に関する研究。北海道立農業試験場報告 No. 9 : 1-44, 1961
2. EDGERTON, L. J. : Effect of nitrogen fertilization on cold hardiness of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **70** : 40-45, 1957
3. 峰岸恒彌・館下定男・小賀野隆一：りんごの凍害に関する試験（第2報）施肥と凍害に関する試験。北海道園芸研究談話会報 1 : 46-47, 1968
4. 森 英男：果樹の水耕法。研究成果（農林水産技術会議刊行）No. 4 : 1-44, 1961
5. 西山保直・宮下揆一・村上準市・中島二三一：果樹の種類および品種と耐凍性、ならびに耐凍性に関する諸要因について。北海道農業試験場彙報 No.100 : 20-28, 1972
6. PELLETT, H. M. and CARTER, J. V. : Effect of nutritional factors on cold hardiness of plants. *Horticultural Reviews* **3** : 144-171, 1981
7. 酒井 昭：木本類の枝条の生死判別法。低温科学, 生物編 **13** : 43-50, 1955
8. WAY, R. D. : The effect of some cultural practices and size of crops on the subsequent winter hardiness of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **63** : 163-166, 1954

Effect of Nitrogen Fertilization on Freezing Resistance of Apple Shoots

Shigeru IMAKAWA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)

Takashi HARADA

(Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan)

(Received January 24, 1989)

Summary

The shoots of 'Starking Delicious' apple trees grown by water culture at the different levels of nitrogen fertilization were frozen at various temperatures in order to confirm the effect of nitrogen fertilization on freezing resistance.

Three groups (A, B and C) of one-year-old trees were grown uniformly in a culture solution containing 100 ppm nitrogen at first and subsequently transferred to solutions different in a nitrogen concentration in the middle of August. Since then group A was grown in a solution of 100 ppm N, B in that of 40 ppm N and C was cultured without nitrogen.

The growth rate and nitrogen content of the shoots were in proportion to the nitrogen concentration of culture solutions.

At the beginning of the winter, two sections of 10 cm length were cut off at the top and the base of each shoot and frozen at -10°C , -15°C or -20°C for 5 hours.

All of the sections survived freezing at -10°C and the cortical layer of a few sections sustained freezing injury at -15°C . The cortical layer of all sections and most of the xylem of the base sections died at -20°C . However, the difference of freezing resistance between the groups was not distinguishable under the conditions of this experiment.