蔬菜の根の生理に關する研究 (第3報)

茎葉の有無が根の酸素要求量に及ぼす影響について

位田 藤久太郎

(三重大学農学部)

T.INDEN: On the physiology of roots in vegetable crops. III.

Influence of leaves and stems on oxygen absorption by the roots of vegetables

I. 緒 言

VLAMIS⁽⁹⁾はトマト、大麦、水稻の分離根について酸素の吸収量に大差ないにもかかわらず根の嫌気状態に対する反応を異にすることから、茎を通じて酸素が根に供給され、畑作物はそれの少いことを述べ、小林博士⁽⁵⁾はブドウで、CURTIS⁽²⁾は柑橘で、また水稻については山崎⁽¹⁰⁾、熊田⁽⁶⁾、三井⁽⁸⁾氏等によつて地上部から根に酸素の供給されることが報告された。

筆者は蔬菜類の根の酸素吸収量を分離根で比較するにあたり、トマトでは茎葉の有無が根の酸素吸収量に大きく影響しないことを報告(1951)したが、その後多くの蔬菜につき、地上部の有無が根の酸素吸収量に及ぼす影響をしらべた結果、蔬菜の種類によつては、或程度茎葉から酸素が根に供給されることを認めたので実験結果を報告したい。

II. 実験方法

鉢栽培した蔬菜の根を注意深く水洗し 30 分余り水中に保つた後、大苗の場合は 250cc、小苗は 100cc の壇中に飽和に近く酸素を含んだ水を入れ苗を夫々 1 壇に 1 本宛 20 本壇中に入れ、室内で、温度を一定にするため水槽中に入れて 2 時間おき、株をとり上げて水中の酸素を定量し、20本のうち 10 本はそのまま、他の 10 本は茎葉を地際部から切り、再び等量の酸素を含む水を充した壇中に入れ 2 時間水槽中において吸収した酸素量を定量し、茎葉のあるものと、ないものはじめ 2 時間と、後の 2 時間に吸収した酸素の量を比較し、茎葉の有無が根の酸素吸収に及ぼす影響をしらべた。茎の断面からの空気の供給や此の部分の呼吸による誤差を防ぐため一部の試験では断面にワセリン塗布を行つたが、断面を水中に押入れた場合と大差を認めなかつた。

酸素の定量は前の報告⁽⁴⁾と同じく WINKLER method によつた。

実験材料

ナ ス……橘 田

ト マ ト……リビングストン・グローブ
キ ウ リ……相模半白
インゲン……マスターピース
フジマメ……赤 花
サ ハ ゲ……十 六
イ チ ゴ……ジョソソソ・アーリー
ソラマメ……在 来
エンドウ……ウ ス イ
ネ ギ……千 住
タマネギ……泉 州 黄
ハクサイ……京都三号
カンラン……葉 深
ミ ツ バ……白 茎
サトイモ……石川早生
ニンジン……五 寸
ゴ ボ ウ……常 磐
ダイコン……宮 重

III. 実験結果

根を洗い出してはじめ 2 時間とその後 2 時間に 100 cc の水中から吸収した酸素の量の茎葉を後半に切つた場合と切らない場合の比較は第 1 表の如くで、茎葉のない方が酸素の吸収量を増して、しかもその差の著しいものは、ミツバ、ササゲ、タマネギ、サトイモ、フジマメ、イチゴ、ネギで、ハクサイ、ニンジンなどは減少した。

また比較の茎葉のあるままの前後 2 時間では何れも吸収量は減じたが、ナス、ササゲ、ミツバ等は其の量が少くインゲン、ハクサイ、ゴボウ、ダイコンは前後の酸素の吸収量の差が大きかつた。

茎葉から根への酸素の供給量の多少を知るため茎葉の有無が酸素吸収に及ぼした割合と、比較の場合を比べたところ、ミツバは 132.2%、ササゲ 123.0%、タマネギ 121.3%、サトイモ 120.2% でこれ等の蔬菜では何れも 20% 以上も茎葉のない方が根の酸素の吸収量が多く、参考におこなつたいねの場合と共に、茎葉から根に酸素が送られるものと考えられる。

第1表 茎葉の有無と根の酸素吸収量

2時間に100ccの水中から吸収したO₂の量, 10~20個体平均

種 類	茎葉のある場合の根のO ₂ 吸収量 mg	左の茎葉を切った場合のO ₂ 吸収量 mg	差* t	茎葉を切った場合のO ₂ 吸収量 %	(比較) 茎葉のある場合のO ₂ 吸収量 mg	左の後2時間のO ₂ 吸収量	差* t	後/前	切断と無切断の割合対比較前後の割合%	茎葉重量平均 gr	根重量平均 gr	水温 °C
ナス	0.383	0.397	1.09	103.6	0.370	0.358	2.84	96.7	107.1	3.6	1.3	26
トマト	0.366	0.334	0.09	102.1	0.365	0.346	2.02	94.7	107.7	7.0	1.2	//
キウリ	0.324	0.337	0.30	104.0	0.346	0.330	1.42	95.3	109.0	4.1	1.0	//
インゲン	0.467	0.454	2.28	97.2	0.450	0.405	2.90	90.0	108.0	2.2	1.2	//
フジマメ	0.350	0.376	4.71	107.4	0.334	0.320	1.63	95.8	112.1	3.0	1.0	//
サ、ゲ	0.385	0.449	3.10	116.6	0.389	0.374	1.60	96.1	121.3	2.9	1.5	//
イチゴ	0.513	0.549	7.60	107.0	0.598	0.568	2.15	94.9	112.6	3.0	2.0	//
ソラマメ	0.493	0.465	2.01	96.3	0.464	0.418	2.62	90.0	106.9	1.8	1.6	20
エンドウ	0.557	0.556	0.04	99.8	0.565	0.531	2.20	93.9	106.2	1.5	1.2	22
ネギ	0.228	0.240	2.44	105.2	0.221	0.210	2.66	95.0	110.7	8.0	1.4	23
タマネギ	0.566	0.649	4.36	114.6	0.543	0.513	2.30	94.4	121.3	10.5	2.5	20
ハクサイ	0.310	0.276	2.42	89.0	0.286	0.246	2.60	86.0	103.5	4.0	1.0	23
カンラン	0.386	0.404	3.21	104.6	0.418	0.400	2.36	95.6	109.4	12.0	1.3	23
ミツバ	0.459	0.585	4.80	127.4	0.433	0.413	1.91	96.5	130.2	5.4	0.8	27
サトイモ	0.359	0.411	3.63	114.4	0.356	0.339	1.12	95.2	120.2	8.0	5.8	26
ニンジン	0.421	0.404	1.56	95.9	0.375	0.344	2.58	91.7	104.5	1.7	0.5	29
ダイコン	0.249	0.245	0.41	98.3	0.242	0.208	5.09	85.9	114.3	8.2	0.5	23
ゴボウ	0.261	0.270	0.01	103.4	0.245	0.209	4.32	85.3	121.2	1.7	1.5	26

* t₀ P=0.05 2.22

IV. 考 察

水生或は湿地植物で認められた茎葉からの根に対する酸素の供給が、ブドウ⁽⁵⁾、柑橘⁽²⁾等の畑作物にもみとめられ、また山崎氏⁽¹⁰⁾は種々の作物の根の構造と、根に対する茎葉からの酸素供給の関係をしらべてその程度に差のあることを示されたが、筆者の実験結果から水中に根を入れて先ず2時間に吸収した酸素より、後の茎葉を除いた2時間の方が、ミツバの如きは27.4%も酸素の吸収量が多く、イネと共にササゲ、タマネギ、サトイモ、ゴボウなどは水中から吸収する20%以上も茎葉から酸素の補給されることを示し、茎葉のない場合は、茎葉からの供給がないために水中からの吸収する量が増すものと考えられる。

茎葉を切った後の2時間の方が酸素の吸収量の相対少なくなったハクサイ、ニンジン、ソラマメ、インゲンにしても標準の茎葉のついているものの前2時間と後2時間の酸素吸収量の比較からみると多くはないが地上部から根に酸素の供給されることがうかがわれる。

茎葉からの酸素の供給はミツバでは明かに皮層の細胞間隙から（第1図）行われるものとおもわれ、このガス通導組織は通気不良なところに生育するサトイモ、サツ

第1図 ミツバの根の白い部分がガス通導組織

第2図 サトイモの通気のわるいところに生育した根

第3図 サツマイモの通気のわるいところに生育した根

第4図 サハゲの根
中央の導管に空気を含む

マイモ、などでも認められる(第2図)(第3図)。

この実験は何れも室内の明処で行われたが葉からの酸素供給経路については大気中の酸素が気孔より入るか、小林博士⁽⁶⁾、CANNON⁽¹⁾、LAING⁽⁷⁾等の指摘したように葉の光合成の結果生じた酸素が根に移行する量が多いとすれば強い日照下では尙差を生ずるであろう。

蔬菜の耐湿性に就ては別に行つた試験の結果⁽³⁾ミツバ、サトイモ、ササゲ、シユンギク、フジマメ、サツマイモ等は著しく強く、インゲン、トマト、ホウレンソウなどは弱いことを認めたが、之等の耐湿性に差を生ずる原因は種々あつて⁽³⁾⁽⁵⁾⁽¹⁰⁾簡単でないが、此の実験の結果から、茎葉から酸素の多量に供給されるミツバ、ササゲ、サトイモ等は強くて供給量の少ないものが一般に弱く、また根の構造のちがひから環境に応じて茎葉から根に対して酸素の供給量の増加しやすい、適応性の大きいものは耐水性が強いであろう。

尙耐水性には水中での酸素の吸収力とも関係し、水中に根を入れてははじめ2時間とその後2時間との酸素吸収量の割合はいねの如きは99.2%で殆んど変わらず、ミツバ96.5%、ナス96.7%、ササゲ96.1%などは水中で

の酸素の吸収力の減少が少く、水中溶存酸素の利用力の大きいものは耐水性の強いことを示し、インゲン90%、ソラマメ90%、ハクサイ86.0%、ダイコン85.9%等の水中に入れて酸素吸収力の早くおとろえるものは耐水性が弱かつた。

ゴボウの根は、水中に入ると急に酸素の吸収量が減るが、地上部からの補給が多いため耐水性が強いと考えられ、湛水した場合も一時萎れて根の傷害が推察されるが間もなく回復し湛水中に長く生育し得る事実とよく一致した。

V. 摘 要

18種の蔬菜に就て茎葉のあるなしが根の酸素吸収量に及ぼす影響を測定し茎葉から根に対する酸素の供給量をしらべたの結果を得た。

1. 供試蔬菜の何れも茎葉から根に酸素が供給される。

2. ミツバ、ササゲ、タマネギ、サトイモは茎葉から根に対する酸素の供給量が多く、根の要求量の凡20%以上に及び、かかる蔬菜は耐水性が強い。

3. ニンジン、ハクサイなどは茎葉から根に対する酸素の移行が多くない。

4. 一般に水中で根が長時間酸素の吸収力のおとろえぬものは、耐水性強く、速に吸収力の減少するものは弱い。

而しゴボウの根は水中に入れられると酸素吸収量が速に減るが、茎葉からの酸素の供給量が多いため湛水した土壌中にも長く生育を続ける。このように耐水性に強弱を生ずる原因は簡単でない。

VI. 参考文献

- (1) CANNON, W. A.: Absorption of oxygen by roots when the shoot is in darkness or in light. *Plant Physiol.* 7: 673~684, 1932
- (2) CURTIS, D. S.: Effect of oxygen supply in nutrient solution on avocado and citrus seedlings. *Soil Sci.* 67: 253~260, 1949
- (3) 位田藤久太郎: 果菜類の根の耐水性と水中酸素吸収量, *農業及園芸*, 26(4): 472, 1951.
- (4) ———: 蔬菜の根の生理に関する研究 1. 蔬菜の根の酸素要求に就て, *園芸学会雑誌* 21(4): 202—208, 1953
- (5) 小林 章, 林 真二, 塚原 勉: 果樹根群の耐水性に関する研究, 葡萄の根の特殊呼吸に就て, *園芸学研究集録*, 5: 61~64, 1951
- (6) 熊田恭一: 水稻幼植物の根圏土壌に関する研究(第1報) 根圏土壌の微細構造及び根の酸化力について, *土肥誌*, 19: 119~124, 1949
- (7) LAING, H. E.: Respiration of the rhizomes of *Nuphar advenum* and other water plants.

- Amer. Jour. Bot. 27: 574~581, 1940
 (8) 三井進午：水稻秋落の本質とその改善，農業及園芸，24(3)：173~176, 1949
 (9) VLAMIS, J. and A. R. DAVIS: Effects of oxygen tension on certain physiological res-

ponses of rice, barley and tomato. Plant Physiol. 19: 33~51, 1944, (cited by KRAMER, Plant and Soil Water Relationships, 1949)

- (10) 山崎 伝：畑作物の湿害に関する土壌化学的並に植物生理学的研究，農業技術研究所報告，B.1, 1952

Summary

The amount of oxygen absorbed by the vegetable roots which were cut off the stems was compared with that of the roots which attached leaves and stems, with 18 species of vegetable crops. Oxygen supply to roots from stems and leaves was discussed, and the following conclusions were drawn.

(1) In these vegetables, the roots are supplied oxygen from stems and leaves.

(2) In mitsuba(*Cryptotania japonica*), asparagus beans (*Vigna sesquipedaris*), onions (*Allium Cepa*), and taroes (*Colocasia antiquorum*), the amount of oxygen supplied to roots from stems and leaves, is fairly large it amounts to above 20% of oxygen required by the roots. Such vegetables as these tolerate well to submersion.

(3) The amount of oxygen which is supplied to roots from stems and leaves in carrots(*Daucus arrota*) and chinese cabbages(*Brassica pekinensis*)

is not large.

(4) The vegetables, the roots of which do not rapidly lose their ability of absorbing oxygen when they are put in water, tolerate well to submersion. On the contrary, those of which the roots lose their absorbing power remarkably when put in water, are easily affected by submersion.

But in the roots of edible burdocks (*Arctium Lappa*), though they decrease the amount of absorbing oxygen when their roots are put in water, they continue their growth for a long time even if they are put in the submerged soil, because a large amount of oxygen is supplied to the roots from their stems and leaves.

The submersion tolerance of vegetables differs according to various factors and these factors are not simple.

抄 録

ナフタレン酢酸による化学的摘果

リング等の果樹で花を多く着けすぎた場合、又隔年結果になり易い品種等では花、幼果を適当に間引き、果実の大きさを揃え、更に翌春の開花を増す様にせねばならないが、手で摘果するのは面倒なので薬品散布による方法が考えられる。前から dinitro 化合物が使われているが散布期間が満開時に限られ、その時期は葉が薬害を受け易い難点がある。そこでナフタレン酢酸 (NAA) を使い、それによる摘果の機構と摘果剤としての実用性を検討した。Miller's seedling, Emneth Early, Crawley Beauty の品種を使い、種々の時期に 20 p.p.m. 水溶液を散布した。1 例として Miller's seedling の結果を述べると花蕾時に散布しても果実の止まりに影響ないが満開時散布では大部分の花は发育せずに落ちる。之は花粉管が伸長せず受精が抑制された為であると言う。花瓣脱落時及び脱落後 7 日、25 日の散布は发育中の幼果の落果多く摘果効果があるが、その原因は发育停止する種子の割合が多くなる為か、花瓣脱落後 41 日に散布しても果実の止まりに影響はない。各時期共散布してから 1~3 週間は落果しないが之は同じ NAA による後期落

果防止の際の様様に果梗の分離層の发育を後らせ、一時的に落果を防止する為である。果実の大きさは満開時から花瓣脱落日後処理迄は増すが、25 日後では摘果効果はあるが果実は小さい。故に NAA で摘果しても必ずしも残りの果実は大きくなり、後期処理だとむしろ小さくなり摘果による効果を妨げる程、直接的に果実の生長を抑える作用がある。尚、満開時に散布すると葉は小さく、先端巻き、新葉は少ししか出ないが花瓣が落ちてからなら葉に永久的害はない。更に NAA によりその年の摘果は出来ても翌春、無処理に比べ花蕾は多くなり隔年結果を矯正出来なかつた。特に早期処理では葉面積が非常に減少した為と思われ、葉に害の少ない品種なら或いは若干隔年結果を調節できるかもしれない。

NAA 散布による摘果効果、果実の大きさ、葉に対する薬害、翌春の開花等に対する影響の品種間差異をもつと検討する必要はあるが 15p.p.m. 程度の低濃度を花瓣脱落後 10 日以内に散布するのが摘果剤としては安全な様である。

参考文献. LUCKWILL, L. C.: Jour. Hort. Sci. 28(1), 25—40, 1953. (岩田正利)