温床床土に関する研究 (第8報)

土と有機物の比率の異なる混合土の化学性

高橋 和彦・吉田 雅夫

(東京大学農学部) (園芸試験場)

K. TAKAHASHI and M. YOSHIDA: Studies on the composts for raising seedlings of vegetable crops in hot beds. VIII. Some chemical properties of the mixtures varying in their proportions of soil and organic materials

Summary

This study was conducted to obtain some informations about chemical properties of the composts. Three soils—volcanic ash soil, clay soil and fine sand—and leaf-mold, as an organic material, were mixed together, varying in their proportions.

1. Base exchange capacities of mixtures were determined by leaching with N-ammonium acetate solution (pH 7.0). The capacities increased with increasing proportions of leaf-mold in the mixture, especially in the cases of clay soil and fine sand.

2. Buffering capacities of mixtures were determined by plotting pH changes against increments of 0 to 20 ml of 0.05 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and 0.05 N H_2SO_4 . Ranges of pH changes were 3.5 to 8.5 in clay soil, and 2.8 to 10.0 in sand. On the other hand, in volcanic ash soil, which contains much allophane, the range was 4.3 to 7.4, indicating high buffering capacity. Buffering capacity of the leaf-mold was higher in the alkaline side, but was somewhat lower in the acid side than that of volcanic ash soil. Addition of leaf-mold enhanced buffering capacities of soils, having low buffering capacities.

3. To investigate the effect of various kinds of cations on the buffering capacities, three soils and leaf-mold were treated with 0.05 N hydroxides of Na, K, NH_4 , Ba and Ca. After equilibration, pH was determined. The relative order of selectivity of the cations was as follows: $\text{Na} < \text{K} < \text{NH}_4 < \text{Ba} \sim \text{Ca}$, with the exception of the NH_4 ion for fine sand. Addition of divalent cations showed higher buffering capacities than those obtained with monovalent cations in the leaf-mold.

4. To determine the adsorptive capacities for

phosphorus, the mixtures were leached with 2.5% ammonium phosphate solution, and adsorbed quantities of P_2O_5 were measured. The adsorptive rate were 2270 (mg P_2O_5 /100 g soil) for volcanic ash soil, 207 for clay soil and 0 for fine sand and leaf-mold, respectively. By the addition of leaf-mold to the two former soils, the adsorptive capacities decreased considerably.

5. The nitrification rates in the mixtures were determined by the incubation experiments at 27°C, for 4 or 5 weeks. When ammonium sulphate or phosphate was added, formation of nitrates took place normally in volcanic ash soil and clay loam, but failed in sandy soil and fine sand. It was considered that the failure of nitrification in fine sand was caused by low numbers of initial population of nitrifiers, and that failure in the sandy soil was due to both the above fact and to low pH (4.7) of the soil.

In the volcanic ash soil: leaf-mold (1:1) mixture, one or two weeks retardation of the nitrification was observed in all inorganic- and organic-nitrogenous fertilizer treatments. It was suggested that the retardation of nitrification in this mixture depends on air-drying of the leaf-mold before the incubation.

6. It appears from the above mentioned results that the application of organic matter to soil altered remarkably chemical characters of the composts. And also, it was believed that the improvement of chemical properties, as well as physical ones, may have the important effects upon the growth and development of vegetable seedlings.

I. 緒 言

前報⁽¹⁶⁾において、土と有機物の比率の異なる混合土の物理性について述べ、苗の生育との関係について考察を

1965年9月20日受理

加えた。苗の生育の良否は床土の物理性のみならず、化学性にも大きく影響を受けることはいうまでもない。そこで本報では引き続き混合土の化学性について実験を行なった結果を報告する。

II. 実験材料および方法

実験に使用した材料はいずれも前報と同じもので、土は火山灰土（黒ボク）、荒木田、川砂の3種類、有機物は腐葉土である。これらの物理性については前報⁽¹⁶⁾を参照されたい。

また参考のため、実験の一部で、砂壤土（東京都立川市富士見町）、埴土（東京都江戸川区鹿骨町）およびピート・モス（水苔泥炭、北海道農材工業製）を使用した。

土および腐葉土は風乾し、くだいた後2mm目のふるいを通した。混合土を作る場合はあらかじめ両者の容積重を測定しておいて必要量混合して作った。なおピート・モスは風乾せず市販の状態で使用した。混合土の化学性を以下に述べる項目について測定した。

置換容量：N-酢酸アンモン法により求めた⁽⁷⁾。

緩衝能力：混合土に0.05N H_2SO_4 および $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 液0, 5, 10, 15, 20 mlを加え、各々に水を加えて合計50 mlになるようにし、振とう後一晩放置し、上ずみ液のpHをガラス電極pHメーターで測定した。

また各種カチオン吸着の差による緩衝能力をみるため、0.05N NaOH , KOH , NH_4OH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ および $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 液の5, 10 mlを加え、水を加えて合計50 mlにし、同様にしてpHを測定した。

りん酸吸収係数：2.5% りん酸アンモン法により求めた⁽⁷⁾。

窒素肥料を与えた場合の硝化作用：水分当量相当の水を加えた試料を三角フラスコに入れ、窒素肥料を所定量加え、綿栓して27°Cの恒温器内においた。水分が減少した場合には補充した。1週おきに4または5週まで、 $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ の含量およびpHを測定した。 $\text{NO}_3\text{-N}$ はフェノール硫酸法で発色させ、光电比色計415 $\text{m}\mu$ で測定した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は蒸溜し標準 H_2SO_4 中にとらえて求めた。pHは土：水=1：2.5の比率で浸出し、上ずみ液について測定した。

III. 実験結果

a. 置換容量

火山灰土、荒木田、川砂の3種類の土に、腐葉土をそれぞれ容積比で4+0, 3+1, 2+2, 1+3, 0+4になるように加えた混合土の置換容量を測定した結果は第1図のごとくである。

いずれの土においても腐葉土を加えることによつて置換容量は増加しているが、荒木田や川砂、ことに後者にお

第1図 土と有機物の混合比率と置換容量

いては増加が著しい。

腐葉土の置換容量は98.8で、ピート・モスの85.1より大であつた。

既報⁽¹⁵⁾で、灼熱損量と置換容量との関係について述べたが、本実験の結果と灼熱損量との関係を求めてみる第2図のごとくである。いずれの土においても土に対する腐葉土の比率がまずにつれ灼熱損量が増加し、同時に置換容量も増しており、既報と同様の傾向が認められた。

第2図 各混合土の灼熱損量と置換容量との関係

第3図 混合土の緩衝曲線

第4図 土、有機物の各種カチオンに対する緩衝能力

b. 緩衝能力とカチオンの吸着性

つぎに緩衝能力を求めた結果は第3図 a~d のごとくである。a 図にみられるように、川砂は最も緩衝能力が弱く、わずかな酸やアルカリによつて急激に pH が変動することがわかる。ついで荒木田も緩衝能力が弱く、火山灰土は前2者に比較するとかなり強い緩衝能力がある。

腐葉土はアルカリ側では火山灰土に比較して緩衝能力が強いが、酸性側ではむしろ弱くなっている。

ビート・モスは緩衝能力は比較的強いが、pH が低く、土壌に加えた場合には相当量の石灰を与えねば中性にならないことを示している。

土に腐葉土を加えた混合土の緩衝能力は、それぞれ b, c, d 図のごとくであり、いずれも混合土は、土と腐葉土両者の中間値を示している。川砂では腐葉土の添加により、アルカリ側の緩衝能力が顕著に増した。

以上は混合土 10 ml に 50 ml の溶液を加えて測定した結果であるが、等重量 (10 g に 50 ml の溶液) について行なつた結果は、同様の傾向をより極端に示した。

つぎにカチオンの種類を異にした場合の緩衝能力をみるため、Na, K, NH_4 , Ba, Ca の水酸化物を与え、pH を測定した結果は第4図のごとくである。

いずれの土、有機物についても各カチオンの緩衝能力はおおむね $\text{Na} < \text{K} < \text{NH}_4 < \text{Ba} \sim \text{Ca}$ の順であつた。しかし例外もあつて、川砂では NH_4OH を 10 ml 与えた区の pH は Ba や Ca 区より低かつた。

図で明らかのように、腐葉土およびビート・モスは1価と2価のカチオンの間にかんがりの差があり、後者の場合に強い緩衝能力を示した。

c. リン酸吸収係数

混合土のりん酸吸収性をみた結果は第5図のごとくである。火山灰土の吸収係数はすこぶる高く、2270 であつた。荒木田は 207 と低く火山灰土の 1/10 程度であり、川砂および腐葉土は 0 で全く吸収しなかつた。火山灰土および荒木田に腐葉土を加えると、りん酸吸収係数は減少し、その割合は腐葉土が多いほど急激に減した。

d. 窒素肥料を与えた場合の硝化作用

まず火山灰土、埴土、砂壤土、川砂を用い、硫酸およびりん安を与えて incubate した。その結果は第6図のごとくである。

川砂では4週まで硝化作用がおこらなかつた。川砂についてこの実験以外に、塩安、硝安、尿素、石灰窒素、ナタネ油粕、大豆油粕、魚粕などを加えて incubate してみたが、やはり同様に硝化作用がおこらなかつた。また窒素以外にりん酸、カリや、あるいは微量元素を含む

第5図 土と有機物の混合比率とりん酸吸収係数

第6図 各種土壌に窒素肥料を与え incubate した場合の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, pH の変化

●: 対照区(無処理), ▲: 硫酸区, ■: りん安区
— $\text{NH}_4\text{-N}$, --- $\text{NO}_3\text{-N}$, pH

培養液を与えても、硝化作用はおこらなかつた。しかし硫酸とともに細断したイネワラを少量与えたものでは硝

第7図 火山灰土に各種窒素肥料を与え incubate した場合の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, pH の変化

第8図 混合土（火山灰土2+腐葉土2）に各種窒素肥料を与え incubate した場合の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, pH の変化

酸化成分をおこす。

砂壤土も川砂に類似しており硝化成分の速度は遅かったが、それでも徐々に $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加した。

火山灰土および埴土では incubate によつて $\text{NH}_4\text{-N}$ が急減し、4週目にはほとんど $\text{NO}_3\text{-N}$ になつており、順調に硝化成分がおこることが認められた。

つぎに火山灰土にいずれも N として 200 ppm になるように、硫酸、硝安、尿素、石灰窒素、ナタネ油粕、大豆油粕、魚粕を加えて incubate した。その結果は第7図のごとくである。

対照区（無処理）では実験中に $\text{NO}_3\text{-N}$ が若干増加した。土自身がある程度の無機化しうる N を持っていたと思われる。

硫酸区では $\text{NH}_4\text{-N}$ が直線的に減少し、代つて $\text{NO}_3\text{-N}$ が直線的に増加した。2週後には両者がほぼ等量になり、4週後には $\text{NH}_4\text{-N}$ はほとんどなくなった。pH は $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少とともに低下した。

硝安区は $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ が対称的な増減を示した。

尿素区は1週後に $\text{NH}_4\text{-N}$ 量が最大となり、その後硝化作用が進むにつれ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は減少した。pH は $\text{NH}_4\text{-N}$ の消長に似て、1週目は高くなつたが以後低下した。

石灰窒素区は1週後に $\text{NH}_4\text{-N}$ 量が最大となつたが、硝化成分がかなり抑えられていて、尿素の場合と異なり $\text{NH}_4\text{-N}$ はなかなか減少しなかつた。4週後にやつと $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ 量が等しくなつた。pH も他区に比して高く、特に1週後には 6.7 と高かつた。しかし $\text{NO}_3\text{-N}$ の増加にともない5週後には 5.8 に下つた。

ナタネ油粕、大豆油粕区ともにだいたい尿素区に似た傾向を示した。魚粕区は無機-N の含量少なく、対照区に類似した傾向を示した。

以上のように4~5週の incubate 期間中に、窒素肥料の種類によつて硝化作用や pH の変移の様相がかなり異なることが判つた。そこでつぎに、土に腐葉土を加えた場合どのような影響があるかを調べてみた。

火山灰土2+腐葉土2の混合土を作り、これに前実験と同様の種類、量の窒素肥料を与えて incubate した。その結果は第8図のごとくである。

対照区（無処理）は火山灰土の場合に比較すると、最初から $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を多く保有していることがわかる。

各区とも硝化作用の開始が約1~2週遅れ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ が等量になるのも約1週遅かつた。

対照区の無機-N が多いため $\text{NH}_4\text{-N}$ の最大量は火山灰土の場合よりも大となつているが、土に緩衝能力があるためか pH の変動は少なかつた。

以上のように火山灰土に腐葉土を加えることによつて、硝化作用が1~2週遅延することがわかつた。

IV. 考 察

1. 有機物の混合による化学性の改善

土に腐葉土を加えることにより、置換容量や緩衝能力が増大し、その程度はもともとこれらが低い荒木田や川砂において高かつた。

腐葉土はアルカリ側で緩衝能力が特に強かつたが、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ など1価のカチオンよりも Ba^{++} 、 Ca^{++} などの2価のカチオンを与えた時に顕著であつた。同様な傾向がピート・モスでも認められ、RATHSACK ら⁽¹³⁾の結果と一致した。彼らはピート・モスに各種カチオンを与えた場合の緩衝能は $\text{Na} < \text{NH}_4 \sim \text{K} < \text{Mg} < \text{Ca}$ の順であり、そして各イオンの吸着性も同様な順位であることを報告している。本実験においても腐葉土やピート・モスは Ba や Ca などの2価のカチオンの吸着性が1価のカチオンのそれよりも大で、したがつて緩衝能力が高かつたのだと解される。

このような多価カチオンの吸着は、腐植の有するカルボキシル基、水酸基とキレートを生成するためと考えられている^(2,9,14)。

なお川砂では NH_4^+ を与えた場合2価カチオンを与えた場合より pH が低く、ほかの土壌や有機物の場合と異なつた。吉田^(18,19)は土壌中の粘土鉱物や腐植の含量の多少によつて、吸着強度の傾向が各イオンで同一でないことを報告している。しかし川砂の場合はこれら物質があるわけでないし、 NH_4^+ イオンを特に吸着するのではなく、むしろ吸着性が乏しいために NH_4OH は一部 NH_3 ガスとなつて蒸散し、したがつて pH が低くなつたものと思われる。

腐葉土は酸性側では火山灰土よりも緩衝能力が低く、第3図にみられるように酸性側からアルカリ性側へと移行するところで屈曲点を生じた。また同様なことがピート・モスについても認められた。BUNT⁽²⁾ はピート・モスを使用した John Innes Compost について緩衝能力を調べているが、やはり同様な屈曲点を図示している。

火山灰土は酸性側で緩衝能力が高く、またりん酸吸収係数が著しく高かつたが、これは同土が遊離の鉄やアルミニウムを多く含み、またアロファン含量が大なるためと考えられる⁽¹¹⁾。

腐葉土は川砂と同様りん酸を全く吸収しないが、これは注目すべき性質と思われる。すなわち川砂はりん酸のみならずカチオンの吸収もほとんどしないが、腐葉土はりん酸は吸収しないがカチオンは強く吸着する点で異なる。

したがって腐葉土の川砂や荒木田への添加は、カチオンの吸着性を増し、肥料養分の溶脱を防ぐ一方、緩衝能力を高め、置換容量を増加させる効果があるし、また火山灰土への混合はりん酸の吸着をさまたげ、その肥効を高める点で意義がある。このような化学性の改善は、前報⁽¹⁶⁾で述べたような物理性の改善と相まって苗の生育に好影響を与えるものと推察される。

2. 有機物添加の硝化作用に及ぼす影響

火山灰土、埴土、砂壤土、川砂の4種類の土における硝化作用を調べた結果は、前2者では温度、湿度を充分に与えれば順調に硝酸化が進み、4週後には与えた $\text{NH}_4\text{-N}$ はほとんどが $\text{NO}_3\text{-N}$ に変化していた。一方後2者、特に川砂では incubate 期間中に硝化作用が全く行なわれなかった。

川砂で硝化作用が行なわれない理由を解明するため、種々の養分の添加を行なつたが効果なく、有機物を少量添加することによつて硝化作用が起つた。このことから考えると、硝化作用の抑制は、温度、湿度、通気、pH、養分などの過不足とか、有害物質の存在⁽¹⁰⁾などのためによるのではなく、川砂ちゆうに硝酸化成菌が少なかつたことによつていられるものと思われる^(5,6)。

また砂壤土における硝化作用の遅延は、川砂の場合と同様菌数の少ないことの他に、低 pH の影響も考えられる^(5,6)。

火山灰土および、これに腐葉土を混合した場合の硝酸化成を調べた結果は、いずれの窒素肥料区においても、腐葉土の混合によつて 1~2 週間の硝化作用の遅延が認められた。

土壤に有機物を加えた場合に微生物作用によつておこる窒素の固定、あるいは窒素 mineralization の遅延については、すでに多く報告されているが^(4,11,12)、VAN SCHREVEN⁽¹⁷⁾ は各種有機物の新鮮物、乾燥物、乾燥粉砕物を土壤に添加したところ、窒素 mineralization の様相は異なり、後者は遅延したことを認めている。この理由として彼は乾燥物の水溶性 organic fraction の C/N 率が高いことをあげている。

本実験における腐葉土添加による窒素 mineralization の遅延（主として硝化作用の遅延であるが）も、風乾した材料を使用した影響がないとはいえない。

腐葉土やピート・モスは一度乾燥すると水をはじく性質があり、親水性に乏しくなる欠点があるが、実際に苗床に使用する有機物含量の多い床土では、硝化作用を遅延させない上からも、できるかぎり乾燥させないことが必要かと思われる。

本実験は植生のない状態で行なつたが、仮に植生のあ

る場合には、BUNT⁽³⁾ も述べているように、硝化作用によつて生じた $\text{NO}_3\text{-N}$ はほとんど根より吸収されて残存せず、従つて pH の変動は比較的少ない。

なお $\text{NH}_4\text{-N}$ がある場合には幼苗の根より吸収されるので、多量の $\text{NH}_4\text{-N}$ が存在し、しかも硝化作用が行なわれにくい状態——例えば土壤消毒や石灰窒素施用によつて硝酸化成菌の働きを抑制したような場合——生育障害が起ることが予想され、このようなことを考慮に入れて、床土の施肥の種類や量を決定すべきであろう。

V. 摘 要

火山灰土、荒木田、川砂の3種類の土に腐葉土の比率を変えて混合土を作り、その化学性を調べた。

1. 置換容量はいずれの土においても腐葉土を加えることにより増加し、ことに荒木田、川砂では顕著に増加した。

2. 緩衝能力は川砂が最も弱く、ついで荒木田で、火山灰土はかなり強かつた。腐葉土はアルカリ側で強かつたが、酸性側では火山灰土に劣つた。

いずれの土も腐葉土を加えることにより、両者の中間の緩衝能力を示した。

3. 与えたカチオンの種類によつて緩衝能力の程度は異なり、一、二の例外を除いて $\text{Na} < \text{K} < \text{NH}_4 < \text{Ba} \sim \text{Ca}$ の順位であつた。腐葉土では1価と2価のカチオンとの間に顕著な差があり、後者の場合に強い緩衝能力を示した。

4. りん酸吸収係数は火山灰土は 2270 ですこぶる高く、荒木田は 207 と少なく、川砂および腐葉土は 0 であつた。火山灰土に腐葉土を加えることにより吸収係数はてい減した。

5. 土壤を4週間 incubate して硝化作用を調べた。その結果は火山灰土や埴土では硝酸化成が順調に行なわれたが、砂壤土やことに川砂では全く行なわれなかつた。川砂に有機物を少量添加したところ硝酸化成が起つた。

火山灰土に腐葉土を加えた混合土では、いずれの無機、有機質肥料区においても、火山灰土区に比べて硝化作用が 1~2 週間遅延した。この理由は一度風乾した腐葉土を使用したためと思われた。

6. 以上の実験から、荒木田や川砂に腐葉土を混合することによつて、著しくカチオンの吸着性を増し、緩衝能力を高め、置換容量を増加し、それらの結果として肥料養分の溶脱を防ぐと共に、施肥による pH の変動を少なくする効果があることが判つた。また火山灰土に腐葉土を混合することにより、りん酸の吸着を著しくさまたげ、その肥効を高めることが明らかとなつた。これら

の化学性の改善は前報⁽¹⁶⁾で述べたような物理性の改善と相まつて、苗の生育に好影響を与えるものと推察される。

また乾燥した腐葉土の使用は、硝化作用を遅延させるので、実際に適用の際には注意する必要があると思われる。

本研究は杉山教授の御指導の下に行なわれた。ここに厚く御礼申し上げる。また本実験の遂行にあたり、東京大学農学部土壤学教室浅見氏に御助言を頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

1. 青峰重範. 1958. 土壤のアロフェンについて. 土肥誌. 28: 508~516.
2. BROADBENT, F. E. 1955. Basic problems in organic matter transformation. Soil Sci. 79: 107~114.
3. BUNT, A. C. 1956. An examination of factors contributing to the pH of the John Innes composts. J. Hort. Sci. 31: 258~271.
4. CORNFIELD, A. H. 1959. Metabolism of nitrogen during long-term incubation of soil treated with fresh and rotted organic materials. J. Agr. Sci. 53: 327~329.
5. FREDRICK, L. R. 1956. The formation of nitrate from ammonium nitrogen in soils. I. Effect of temperature. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20: 496~500.
6. ———. 1957. *idem*. II. Effect of population of nitrifiers. Soil Sci. 83: 481~485.
7. 船引真吾・青峰重範. 1953. 土壤実験法. 養賢堂.
8. 原田登五郎・久津那浩三. 1955. 土壤中に於ける塩基の行動（第1報）Negative chargeの主因と NH_4^+ 及び Ca^{++} の吸着に就いて. 農技研報 B5.

- 1~26.
9. 川口桂三郎・松尾嘉郎・久馬一剛. 1959. キレート化合物およびキレート作用の土壤学への応用. 土肥誌. 30: 130~141.
10. LEES, H. 1963. Inhibitors of nitrification. Metabolic Inhibitors II. 615~629. Acad. Press. New York.
11. LYONS, T. L. and H. O. BUCKMAN. 1948. The nature and properties of soils. MacMillan Co. New York.
12. 大杉 繁. 1932. 窒素肥料の損失に就て. 農及園. 7: 801~842.
13. RATHSACK, K. und A. JUNGK. 1964. Über die Puffering und Kationensorption von Torf. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. 104: 193~205.
14. 庄子貞雄・松実成忠. 1962. 泥炭土壤の化学的特性に関する研究（第4報）泥炭土壤の陽イオン置換基の特性と有効置換容量について. 土肥誌. 33: 181~185.
15. 杉山直儀・高橋和彦. 1957. 温床々土の理化学的性質について. 園学雑. 26: 223~229.
16. 高橋和彦・渋谷正夫. 1965. 温床々土に関する研究（第7報）土と有機物の比率の異なる混合土の物理性. 同. 34: 205~211.
17. VAN SCHREVEN, D. A. 1964. A comparison between the effect of fresh and dried organic materials added to soil on carbon and nitrogen mineralization. Plant and Soil. 20: 149~165.
18. 吉田 稔. 1953. 土壤の吸着能に関する研究（第1報）塩基置換容量と塩基吸着強度について. 土肥誌. 23: 213~215.
19. ———. 1956. 同（第2報）Caと NH_4 イオンに対する土壤の吸着強度の比較. 同. 27: 241~244.

抄 録

成熟バナナ果実の細胞膜透過性と呼吸との関係

果実の呼吸の climacteric rise は果実内の細胞膜の透過性の変化に関連があると報告されている。このことは最近バナナおよびアボカド果実で確かめられている。著者らは Pre-climacteric, Climacteric および Post-climacteric の状態にあるバナナ果実を用いて細胞内からのイオン溶脱と呼吸との関係、さらに 2,4-dinitrophenol (DNP) がイオン溶脱と呼吸に及ぼす影響についてワールブルグ検圧計および赤外線分析法により調査した。

その結果、果肉細胞からのイオン溶脱は climacteric rise の開始と同時に増加が始まった。この増加は climacteric peak の2日前まで一定の割合で続き、その後は増加しなかつた。果皮細胞からのイオン溶脱は

climacteric peak に近づくまで増加せず Post-climacteric に至つて急激に増加した。このことは果実は果肉内部から果皮へと熟していくことを示している。溶脱イオンは K^+ のみで Ca^{++} および Mg^+ の溶脱はみられなかつた。 10^{-4}M ・DNP で処理した Pre-climacteric 果実の呼吸量は対照区の $58.0(\mu\text{O}_2/\text{g}\cdot\text{hr})$ に対して 90.0 と増加し、イオン溶脱量も前者の $5.0(\mu\text{mhos/hr})$ に対して 6.2 とわずかに増加した。しかし、climacteric peak 時には抑制された。（稲葉昭次）

BAUR, J. R. and M. WORKMAN. 1964. Relationship between cell permeability and respiration in ripening banana fruit tissue. Plant Physiol. 39: 540~543.