

## 土壤の炭素率 (Carbon-Nitrogen ratio) に及ぼす

### 微生物の影響に就て

農學得業士 荒川 左千代

#### (一)

普通の耕土には平均數に於いて炭素が一〇に對して窒素が一なる割合に含有しゐる。この原因に就て土壤微生物が與つて有力であらうと云ふ研究が最近 Brown, O'Neal, Sievers, Eraps, Russell 及び Waksman 諸氏によつて段々發表されてゐる。

然しその學説は未だ確定するまでに至らないのであるが興味あることは炭素は微生物のエネルギー源として重要な要素であり窒素は微生物の原形質合成上にも亦主要なる要素を占めてゐる點である故に偶然にもこの微生物の生存上重要な要素と土壤中に含有する炭素率の相互間に結ばれたる關係には何か深い暗示を發見し能はざるを得ないのである。

私は左にその相互關係の概要を述べ併せて當研究所の水田土壤の炭素率を報告致したいと思ふのである。

(11)

土壤中に含有する炭素の給源は主として炭水化物蛋白質脂肪有機酸等の如き有機質によるものであるが就中その主要なる給源は炭水化物のうちで大部分を占めてゐる纖維素である。

この纖維素に關しては今日分子式を一般には  $(C_6H_{10}O_5)_n$  と書くけれ共その化學的構造に至つては確實に證明がついてゐないのであつて最近ヘルツォーグ氏及びその共同研究者がX光線を應用して初めて小纖維 (Primitive Fiber) は微細な結晶粒子から構成されてゐることがわかつた位である。

しかし纖維素の如き炭水化物が土壤中に於いて微細菌、アクチノミセス及びプロトゾアの如き微生物の作用をうくると漸次酸素が土壤中に吸収され殆ど等量の炭酸ガスが発生することが知れてゐる。即ち方程式でその化學的變化を示すと次の通りである。



又炭水化物以外の動植物體構成物が彼等へ侵さるる時には炭酸ガスのみならず水アムモニヤ硫化水素ガス等が発生し同時にその生成物の或物は微生物自身の爲めに同化吸収されて原形質を構成し或物は之に抵抗して殘留し中間物質を化成するのである。

この中間物質には微からは枸橼酸  $(C_6H_8O_7)$  蔞酸  $(C_5H_8O_4)$  フタル酸  $(C_8H_4O_4)$  等が生成され細

菌からは乳酸 ( $C_2H_4O_2$ ) 醋酸 ( $C_2H_3O_2$ ) 酪酸 ( $C_4H_7O_2$ ) 等が生成されるのである。そして之等の有機酸は遂に石灰鹽と中和する運命を持つてゐると云はれてゐるのである。

### (三)

斯くの如く有機物は微生物の力に依つて分解さるるのであるがその分解の難易及び速度は有機物の種類並びにその含有する可溶性窒素量及び微生物の種類に非常に影響されるのである。

例へば有機物でも動物源のものと植物源のものととの分解速度には可成りの相違があるがその原因は炭素率の狭廣によつて影響すると云はれてゐる。

可溶性窒素の含有量が有機物の分解に影響する理由は英國ローザムステッド農事試験場に於ける研究によつても明である。

即ち同場の Hutchinson 及び Richards 兩氏は最近に分離されし好氣性の纖維素分解菌 *Spirochaete Cytophaga* によつてその纖維素分解に及ぼす窒素量の効果を研究して稿稈を最も急速に分解し得るアムモニヤ量を試験的に發見してゐるのである。そこで氏等はこの原理を應用して稿稈を堆積しその含有する可溶性窒素量の割合をアムモニヤにて補正し該菌を以つて處理を行ひ急速に人工堆肥を製造することに成功してゐるのである。

次に微生物の種類が有機物の分解に及ぼす効果であるがこれを述ぶるに先だつて微生物の種類とその原形質を構成する炭素及び窒素の量と彼等の同化し得るその二要素の量について調べて見るのに微生物の原形質は（培養基に著るしく關係するが）平均四五乃至五〇%の炭素と五%の窒素を含有し細菌は平均四五乃至五〇%の炭素と一〇乃至一二%の窒素を含有してゐるのである。アクチノミセスはこの微と細菌の間であつて平均一五乃至三〇%の炭素と七乃至一〇%の窒素を含有してゐると云はれてゐる。

尙炭素及び窒素の同化量に關しては Kruse 氏の研究する所に従ふと微が細菌よりも榮養源に炭素を多量に攝取するのであつて凡そ平均が三〇乃至四〇%に對して細菌は平均五乃至一〇%しか同化しないのである。尙この研究と等しい結果が Heukelekian 及び Waksman 兩氏によつてあげられてゐる窒素の同化量は一般的に細菌は含有絶對量の多さに拘はらず要求量は微に比較して少量なのである従つてその作用も薄弱であると見られてゐる。更にエネルギー源として炭素が分解する時に同化される窒素量はその形態が蛋白質であるかアミノ酸であるか又は無機酸の鹽類であるかに依つて影響するのである。

今 Waksman 並に Lomanitz 兩氏の研究を以つて例示すれば *B. Cereus* 及び *Bact. Fluorescens* の二細菌を應用して蛋白質等の分解作用を試験したるに前者はグリココール、アラニン、フェニールアラ

ニン等を分解すること能はず、グルタミン酸、アスバラギン等には限定的に作用し、カゼイン及び其他の蛋白質には急速に作用したのである。後者はカゼインを分解することは不可能であつたけれども、上記の諸アミノ酸を急激に分解したのである。若しこの二種の細菌と一緒にしてカゼイン培養基に培養すると前者は主にカゼインを蛋白質誘導體に分解し、後者は之をアミノ酸に分解することを發見したのであつた。尙最近に Heukelekian 及び Waksman 兩氏は微の窒素源（纖維素分解に際し）にアムモニヤより硝酸鹽の有効なることを發表してゐるのである。

#### (四)

以上の如き諸研究を總括して次の如き概念が成立すると思ふのである。

今一〇〇貫の纖維素が完全に微生物の爲めに同化される爲めには凡そ二貫五〇〇匁位の可溶性窒素が必要なことである。

故に若しも五〇〇匁の可溶性窒素を含有する稿稈の一〇〇貫が完全に分解されるには少なくともこの稿稈に一貫五〇〇匁乃至二貫匁の可溶性窒素を添加せねばならないのである。

而しアルファアルファの如く一〇〇貫中に三貫からの可溶性窒素を含有する荳科植物であるならば寧ろ添加する必要なく却つてその窒素の少量はアムモニヤ態窒素となつて遊離作用を惹起するのである。

若し乾血粉の如く一二%も可溶性窒素を含む有機物が土壤中に施用されたならば微生物は直ちに之に作用してその七・五乃至八・〇%位は漸次アムモニヤ態窒素に変化せしめて遂に硝化作用を行はねばやまないのである。

今日乾血粉が分解するに際して棉實粕よりも多量にアムモニヤが生成する理由が乾血粉は棉實粕に比較して可溶性であるからであらうと考えられてゐたのは誤りであつて、後者はその可溶性窒素量(一二%)が棉實粕(六%)よりも倍以上も多く含有されてゐるからである。それで若し窒素量を等量に補正してこの兩者を比較試験するならばその炭素量は棉實粕が多量であるから微生物はエネルギー源として之を利用し乾血粉の分解さるるよりも多量の窒素を保留する可能性を有することになるのである。丁度この考えと一致した實驗が Kelley 氏によつて行はれてゐるのである。

であるから私共は有機物(殊に炭水化合物)を多量に土壤に施用するならば可溶性エネルギー源が急に増加するのであるから従つて微生物の同化すべき窒素量も亦増加する理由を想像し得るのである。

Rahn 氏は嘗つて窒素の〇・五乃至一・〇%しかない稿程が土壤中に於いて分解される時にはその窒素は忽ち利用し盡されて窒素飢餓の現象を惹起することを發見したのである。しかしこの現象も可溶性窒素を追補することによつて稿程は急に分解を初めたのであつた。その後この現象は更に Lyon, Bizzell 及び Wilson 氏等によつて證明されたのであつた。

## (五)

右に概述した様に炭素と窒素とは微生物の生理的作用に密接な關係があるのであるからこの原理を土壤の示す炭素率の原因にあてはめて考へてみて充分な暗示が與えらるると思ふのである。

今日の様に農村經濟が複雑になつて來て農耕地に有機質物の償還される機會が乏しく之に反比例的に金肥即ち礦質肥料の亂用が行はるるならばやがて農耕地は荒廢に落ちいるべくこの炭素率の示す理由によつて愈判然することであらうと思ふ。

徒らに無機質の窒素が耕地に施用されても若し微生物のエネルギー源たる炭素分（有機質の減量によつて）の供給が不充分であつたならばその窒素は土壤に保留さるる機會乏しく寧ろ還元作用をうけて流亡する量が増加することであらうと思ふ。故にこの土壤生理學的立場から私共は自給肥料の貴重にして且つ國家的重要研究であることを痛感する者である。

尙又土壤中の植物質有機物は所謂腐植質であつてこれはひとり作物の生育に對して安全辨たるのみならず土壤の物理化學的組織を改良し保水力を把持し旱魃等の害に抵抗すると同時に、酸性土壤に對する強<sub>ス</sub>緩衝力（Buffer Action）を持つてゐるのである。

私は大正十四年度の水稲插秧前に當研究所の水田土壤についてその炭素率を測定したのであるがそ

土壤の炭素率 Carbon-Nitrogen ratio に及ぼす微生物の影響に就て

の結果を掲ぐれば左の通りである。

第一表 大原農業研究所水田土壤の炭素率

| 炭素             |      | 窒素    |         | 比率 |
|----------------|------|-------|---------|----|
| 區名             | 炭素   | 窒素    | 比率      |    |
| E <sub>1</sub> | 一、五四 | 〇、一一九 | 一一、九〇・一 |    |
| E <sub>2</sub> | 一、六一 | 〇、一二八 | 一二、六〇・一 |    |
| E <sub>3</sub> | 一、四八 | 〇、一一九 | 一二、四〇・一 |    |
| E <sub>4</sub> | 一、五二 | 〇、一二四 | 一二、三〇・一 |    |
| E <sub>5</sub> | 一、七六 | 〇、一二四 | 一五、四〇・一 |    |
| E <sub>6</sub> | 一、二三 | 〇、一一二 | 一一、〇〇・一 |    |
| 平均             |      |       | 一二、九〇・一 |    |
| W <sub>1</sub> | 一、七一 | 〇、一二八 | 一三、四〇・一 |    |
| W <sub>2</sub> | 一、四二 | 〇、一二五 | 一一、四〇・一 |    |
| W <sub>3</sub> | 一、五六 | 〇、一二五 | 一二、五〇・一 |    |
| W <sub>4</sub> | 一、六五 | 〇、一二五 | 一三、二〇・一 |    |
| W <sub>5</sub> | 一、七八 | 〇、一二四 | 一五、四〇・一 |    |

W

1,1111

0,105

1,125,001

平均 1,131,100

但しこの定量に應用した分析法は炭素は乾式燃燒管法を以つて分析し窒素は當研究所の細田克己氏がケルダール、ガンニング氏變法を以つて分析したものである。

右表に見る如く一二、九・一及び二三、一・一なる比率が水田の土壤に存在してゐる様である。けれどもその比率の稍廣い現象は私の推定によると多分該分析したる水田は二三年間殆ど耕作せず荒廢にまかせてあつた爲め著るしく土壤が疲瘠して居つた故ではないかと思ふのである。

しかし嘗つて Brown 及び O'Neal 兩氏が分析したる Carrington loam もその比率は一二乃至一三に對する一であつたと報告されたゐるから確實なことは云へないのである。

然らば水田土壤の如く一般畑地の土壤とその趣きを異にしてゐる土壤即ち通氣性乏しく且つ半年間は灌漑水を以つて被はれてゐる様な土壤には如何なる種類の微生物が生存するのであるかと云ふに不幸にしてこの方面の研究は殆ど皆無の状態であつて本邦の如き特殊の耕作を行ひながら今まで顧みられなかつたこととはまことに遺憾なことである。

終りに板野博士の懇切なる御教示と細田克己氏の援助とを感謝す。