

## 水稻の生育全期間にわたる腐植酸の処理がその生育および 根の生理活性におよぼす影響

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	長谷川, 功 矢崎, 仁也
巻/号	59巻6号
掲載ページ	p. 586-592
発行年月	1988年12月

# 水稲の生育全期間にわたる腐植酸の処理がその生育および根の生理活性におよぼす影響\*

長谷川 功\*\*・矢崎仁也\*\*\*

キーワード 腐植酸, 分けつ促進, 根の酸化力, 根の呼吸

## 1. はじめに

亜炭を硝酸酸化して得られる腐植酸（ニトロフミン酸とも呼ばれる）は、その施用が土壌の理化学性の改良とともに作物根の伸長を促し、その生育を増大させる効果のあることが報告されている<sup>1)</sup>。

著者ら<sup>2-5)</sup>はこの腐植酸のマグネシウム塩を用い、その施用が植物の発根や伸長を促すとともに、根の呼吸能や酸化力など、いわゆる根の活力を高める効果のあることを明らかにした。

とくに前報<sup>6)</sup>において、水稲の生育全期間に対し腐植酸の施用時期を変えて処理し、その生育および収量におよぼす影響について検討した結果、腐植酸処理の影響は根の発生および伸長促進として顕著に現われ、地上部についてもとくに茎数の増加が著しいことが明らかになった。また、収量およびその構成要素に対しても腐植酸処理の好影響が認められた。そして、こうした生育促進および収量増加を腐植酸の処理時期との関係でみると、根の機能が地上部の生育に最も影響するといわれている移植から出穂 60 日前にかけてと、出穂 40 日前から出穂 20 日前へかけての時期での効果が大きいことから、その効果が根の生理活性促進と関連するものであることを指摘した。

そこで、本報では、水稲の生育全期間を通して腐植酸処理を行った場合、それに伴う根の生理活性の変化と生育量との関係について検討した結果を報告する。

## 2. 実験方法

播種後 35 日目の水稲苗（品種：コシヒカリ）を 1/5000 a ワグネルポットの水耕装置に 3 本を 1 株として 6 月 14

日に定植し、以後、春日井氏水稲用水耕液組成の水耕液地で収穫期まで栽培した。水耕液の濃度は移植から 6 月 30 日まで N : 10 ppm, 7 月 15 日まで N : 20 ppm, 8 月 25 日まで N : 30 ppm, 9 月 20 日まで N : 40 ppm と順次濃度をあげ、その後 N : 20 ppm に低下させ、次いで水道水のみとした。なお、水耕液は 0.1 N の水酸化ナトリウム液または 0.1 N 塩酸を用いて pH 5.5 に調節し 3 日ごとに更新した。腐植酸溶液の調整は前報<sup>6)</sup>の場合と同様で、その処理濃度は熱水可溶の腐植酸（以下腐植酸と略記する）として 2 ppm となるように水耕液に添加した。また、腐植酸の処理時期も前報<sup>6)</sup>と同じ時期の処理となるように、前年の出穂期を参考に処理を行ったが結果としては第 1 図に示すようになった。すなわち、処理-I は全期間を通して処理した区、処理-II は出穂 45 日前以降処理した区、処理-III は出穂 25 日前以降処理した区の 3 処理ステージと無処理区（対照区）である。途中、抜き取り解体調査を 3 連で実施するため各区とも 12 連制で実施した。

こうして栽培した水稲について出穂 45 日前、出穂 25 日前、出穂期の 3 時期に養分吸収力と根の呼吸量、 $\alpha$ -ナフチルアミン酸化力を測定するとともに、各区より 3 株を抜き取り生育量を測定した。そして、最後まで残った 3 株については収穫期まで育て収量調査に供試した。

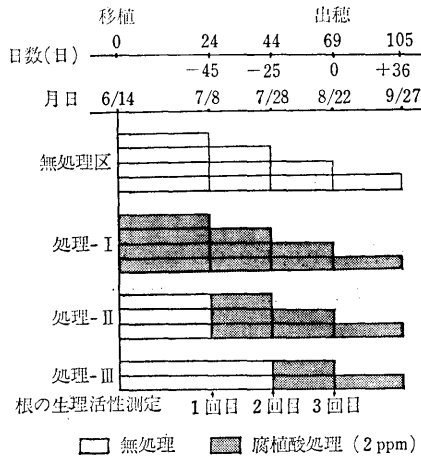
### 1) 養分吸収力

あらかじめ分析によって、各養分の濃度が明らかかな水耕液を正確に一定量 (2.6 l) 分取し 1/5000 a ポットに入れる。そして、前述した試験条件で栽培中の水稲を固定網ごとに抜き取って、根の付着水分を除いた後、このポットに移して養水分を吸収させる。正確に 24 時間経過した後、残存する水耕液の液量および各養分濃度を測定し、前後の差から 24 時間に 1 株が吸収した養分の量を算出した。使用した水耕液の組成と濃度は第 1 表に示すが、そのなかに硝酸態窒素を加えたのは、陽イオンと陰イオンで吸収に差があるか否かを検討するためである。一方、供試水稲の栄養条件としては、養分吸収力を測定

\* 植物根の生理活性物質に関する研究 (第 6 報)

\*\* 日本大学農獣医学部 (現在, 日本重化学工業株式会社 103 東京都中央区日本橋小網町 8-4)

\*\*\* 日本大学農獣医学部 (154 東京都世田谷区下馬 3-34-1) 昭和 63 年 7 月 19 日受理  
日本土壤肥科学雑誌 第 59 巻 第 6 号 p.586~592 (1988)



第1図 試験区の構成

第1表 養分吸収測定用水耕液の組成

組成	(mg/l)	使用塩類
N	40.0	
NH <sub>4</sub> -N	30.0	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NO <sub>3</sub> -N	10.0	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20.0	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
K <sub>2</sub> O	30.0	KCl
CaO	10.0	CaCl <sub>2</sub>
MgO	15.0	MgCl <sub>2</sub>
SO <sub>4</sub>	62.8	
Cl	61.6	

するとき以外は春日井氏水稲用水耕液組成で栽培されており、処理区の水耕液には腐植酸が添加されているが、吸収実験中の24時間に限り処理区も腐植酸を共存させなかった。なお、この測定用水耕液もpHは5.5に調節した。

水耕液の分析は、アンモニア態窒素、硝酸態窒素：コンウェイ微量拡散法、リン酸：モリブデン青比色法、カリウム：炎光法、カルシウム・マグネシウム：原子吸光法、塩素：モール法によった。

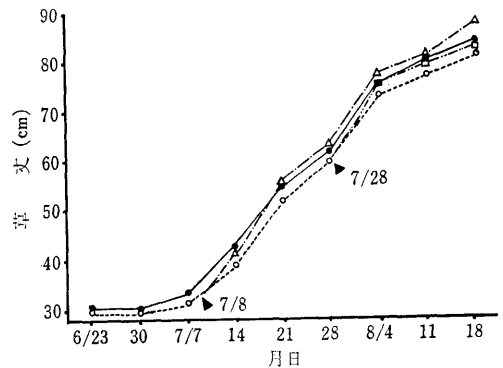
2) 根の生理活性

所定の各時期で養分吸収力を測定した後、水稲根はただちに抜き取って切断し、稲田<sup>7)</sup>による水稲根の分級基準I~IIに該当する根を集め、1株から3gずつ5反復分取し、坂井・吉田<sup>8)</sup>、山田ら<sup>9)</sup>、吉田<sup>10)</sup>の方法に準じてα-ナフチルアミン酸化力を測定した。また同時に、同様の方法で根を1株から1gずつ5反復分取して、ワールブルグ検圧計を用い検圧法によって酸素吸収量を測定した。

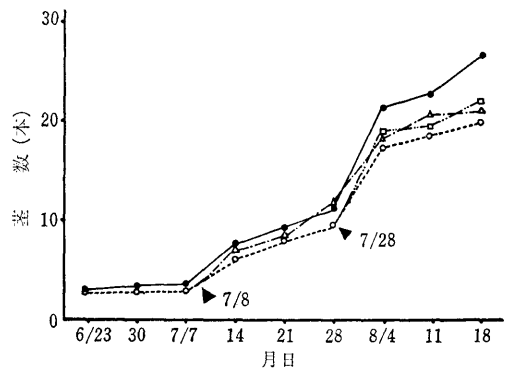
3. 実験結果および考察

1) 生育におよぼす影響

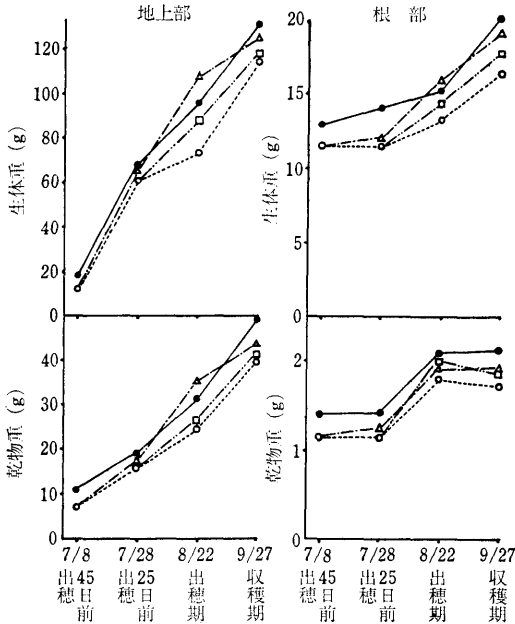
処理開始後7日ごとに草丈、茎数を測定した。その結果を第2、3図に示す。図に示されるように、いずれも腐植酸の処理によって生育が促されたが、草丈については前報<sup>6)</sup>の場合ほど無処理区との差が大きくなかった。しかし、腐植酸処理による茎数の増加は顕著で、その傾向は前報<sup>6)</sup>ときわめてよく一致し、効果の再現性が認められた。また、処理に伴う生育様相の変化についても、処理を開始した時点から水稲の生育が促進される傾向を示しよく類似していた。そして、各生育段階における根の生理活性を測定した後、その供試水稲3株を抜き取り生体重・乾物重を測定して、植物体生産に対する腐植酸処理の影響を調べた。その結果を第4図に示す。地上部は生体重、乾物重とも腐植酸処理によって増加し、生育後期になるほど差が大きくなる傾向が認められた。それに対し、根部は初期から無処理区との差が大きく、生育



第2図 水稲の生育におよぼす腐植酸の影響(草丈)  
○, 無処理区; ●, 処理-I; △, 処理-II; □, 処理-III.



第3図 水稲の生育におよぼす腐植酸の影響(茎数)  
○, 無処理区; ●, 処理-I; △, 処理-II; □, 処理-III.



第 4 図 腐植酸処理による水稻の生育量の変化

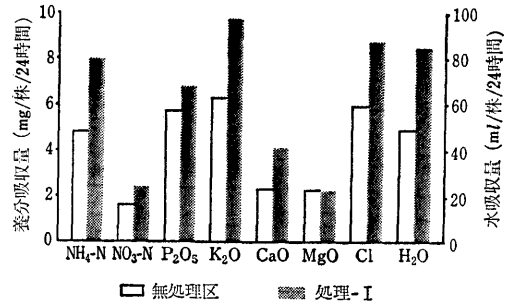
○, 無処理区; ●, 処理-I; △, 処理-II; □, 処理-III.

が進んでもそのまま推移した。このことは、地上部の生育促進が腐植酸処理に伴う根量増加の反映であることを示唆するものと考えている。また、処理時期別にみると処理-I は全期間を通して地上部、根部の生体重、乾物重とも顕著に増加するが、処理-II すなわち出穂 45 日前以降の処理では、処理後 20 日目では無処理区と大差ないが、処理後 45 日を経過した出穂期になって差が認められるようになり、とくに地上部重は無処理区と比べ顕著に増加した。

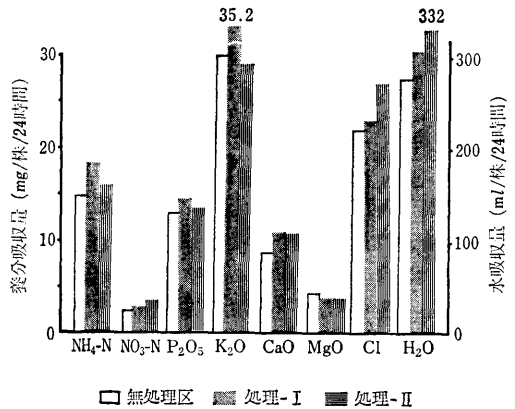
2) 養分吸収におよぼす影響

各測定時期の 1 株当たりの養分吸収量を第 5 ~ 7 図に示す。図に示されるように個体当たりの養分吸収量は測定した時期によって異なり、生育が進み水稻体が大きくなるに従って吸収される絶対量も大きくなる。なかでも水の吸収量は 7 月 10 日と 8 月 22 日では 7~10 倍もの差がある。このような吸収量の推移のなかで、腐植酸の処理によって明らかに養分吸収量が増加し、とくに、出穂 45 日前の 7 月 10 日ではかなり顕著であるが、出穂 25 日前の 7 月 28 日、あるいは出穂期の 8 月 22 日になると、吸収促進の程度は処理時期や養分の種類によって異なってくる。

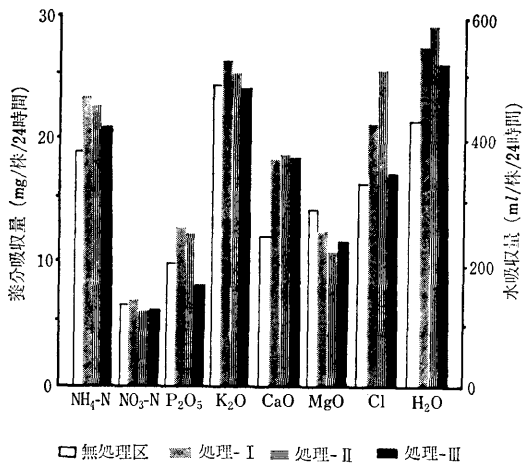
腐植酸の処理時期別にみると、7 月 28 日では処理-II > 処理-I であるが、8 月 22 日では処理-I, II > 処理-III となった。



第 5 図 養分吸収におよぼす腐植酸処理の影響 (7 月 8 日, 出穂 45 日前)



第 6 図 養分吸収におよぼす腐植酸処理の影響 (7 月 28 日, 出穂 25 日前)



第 7 図 養分吸収におよぼす腐植酸処理の影響 (8 月 22 日, 出穂期)

一方、養分の種類による吸収促進効果の違いをみると、各養分について個体当たりの吸収量の無処理区に対する指数を求め、その大きい順に列記すると、

出穂45日前(7月8日)では

処理-I>無処理

$NH_4-N, CaO > H_2O > K_2O > NO_3-N, P_2O_5 > Cl$

出穂25日前(7月28日)では

処理-I>無処理

$CaO > NH_4-N > K_2O, H_2O, NO_3-N, P_2O_5 > Cl$

処理-II>無処理

$CaO > NO_3-N > H_2O, Cl > NH_4-N > P_2O_5 > K_2O$

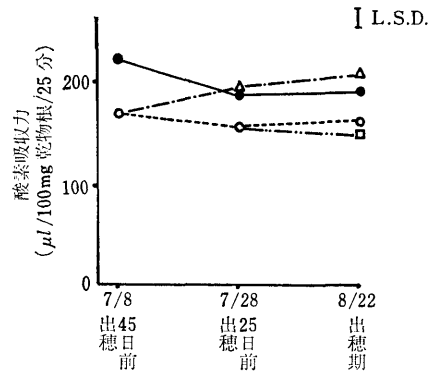
となる。著者らは根の酸化力が增大するという腐植酸の作用性から代謝機能に支配される養分の特異的な吸収促進を想定したが、結果は必ずしも一致せず、むしろCaO、 $NH_4-N$ の吸収促進が大きく、次いで $K_2O, P_2O_5, H_2O$ などの順序となった。腐植酸処理によりCaO、MgOの吸収が著しく増大することは出口・太田<sup>11)</sup>、麻生<sup>12)</sup>の報告にも認められ、とくに二価のカチオンの吸収が促進されていることは $P_2O_5, K_2O, NH_4-N$ などの吸収促進とその促進作用機構が異なることが考えられる。しかし、この点については今後、実験的に検討する予定である。

処理により、あるいは時期によって生育量が異なることからこれを補正するため、養分吸収量を植物体の単位重量当たりに換算し、その指数をとったものを第2表に示す。出穂45日前に相当する7月8日での単位重量当たりの吸収量は処理により著しく増加するが、その後、差はしだいに小さくなり、出穂期頃ではほとんど差がないか、やや低い傾向となる。このことは、生育に伴う根群内の根の新旧の比率の変化や、上田・三井<sup>13)</sup>が指摘する養分吸収の周期性などとの関連も考えられるが、生育の中後期になるとT/R比が大きくなって、根に対する茎葉部の影響がしだいに大きくなり、しかも、吸収される絶対量も大きくなることから、腐植酸処理の効果は、そうした影響力のなかに包埋されてしまい、単位重量当たりでは差がなくなったものと思われる。

いずれにせよ、腐植酸処理による養分吸収の促進が単に水の吸収増加に伴ったものではなく、積極的な吸収促進作用が働いていることを示唆していると考えられる。本実験では、MgOの吸収が無処理区と比べ変わらないか、やや低い傾向が認められたが、これは腐植酸のマグネシウム塩を用いて処理し続けてきたことに関係する。つまり、別の実験で腐植酸マグネシウム塩を処理し続けてきた水稻体は、マグネシウム含量が高まっていることが確認されており、このため水耕液からの吸収が少なくなったものと考えられる。

### 3) 根の生理活性におよぼす影響

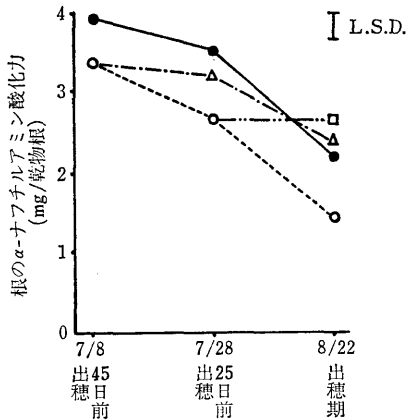
第8図に酸素吸収量の変化を示す。腐植酸処理により根の酸素吸収量が増大し、処理-Iの場合、水稻の生育に伴う呼吸能の変化は無処理区と同様の傾向を示すが、酸素の吸収量そのものは明らかに無処理区より高く推移し、生育後期になってもそれが維持されていた。また、無処理区は生育が進むにつれ呼吸能はしだいに低下する傾向を示すが、生育の途中から処理を開始した処理-IIは逆に生育がすすむにつれて増大する傾向を示し、出穂期になってもさらに高まっていた。しかし、処理-IIIに



第8図 腐植酸処理による根の酸素吸収力の変化  
○, 無処理区; ●, 処理-I; △, 処理-II; □, 処理-III.

第2表 水稻の単位重量(乾物重)当たりの養分吸収量(無処理区を100とした指数)

測定月日	区名	H <sub>2</sub> O	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cl
7月8日	無処理区	100	100	100	100	100	100	100	100
	処理-I	129	136	112	106	123	136	71	112
7月28日	無処理区	100	100	100	100	100	100	100	100
	処理-I	103	113	103	101	105	119	79	92
	処理-II	117	103	124	98	95	124	89	118
8月22日	無処理区	100	100	100	100	100	100	100	100
	処理-I	100	98	79	103	86	120	70	103
	処理-II	94	84	81	87	73	103	83	108
	処理-III	105	95	89	88	85	132	95	89



第9図 腐植酸処理による根のα-ナフチルアミン酸化力の変化  
 O, 無処理区; ●, 処理-I; △, 処理-II; □, 処理-III.

については無処理区との差が認められなかった。このように腐植酸処理は根の呼吸量を明らかに増大させるが、出穂25日前(処理-III)のように比較的遅い処理ではその効果は明らかではなかった。

第9図に根のα-ナフチルアミン酸化力の変化を示す。根のα-ナフチルアミン酸化力は水稻の生育が中～後期へと進むにつれてしだいに低下してくる。処理-Iも同様に生育が進むに従って低下してくるが、無処理区よりも明らかに高いレベルで推移した。処理-II, 処理-IIIのように生育の途中から腐植酸を処理すると、いずれも根の酸化力が顕著に高まっていた。各処理時期別にみると、7月8日では処理-I>無処理区、7月28日では処理-II>処理-I>無処理区となり、8月22日では処理-III>処理-II>処理-I>無処理区となって、処理を開始し

た時期から測定日までの時間が短いものほど、根の酸化力が高い傾向を示した。このことは、腐植酸処理による根の酸化力の増大は、莖葉や根の生長に伴って発現するものではなく、根に対する直接的な作用に起因するものであることを示唆していると考えられる。腐植酸の処理による根の呼吸能とα-ナフチルアミン酸化力の変化はほぼ同様の傾向を示し、いずれの時期においても、その処理は根の生理活性を高めるが、その効果の発現様相に若干の違いがあるのは、水稻の生育段階との関連によると考えている。

4) 収量におよぼす影響

完熟期まで生育させた供試水稻について収量調査を実施した。その結果を第3, 4表に示す。表に示されるようにいずれの処理区についても収量の増加が認められ、とくに処理-Iでは1株当たりの穂重, 籾重, 籾数, 玄米重などが著しく増加した。これはおもに穂数の増加によるものであった。また、処理-IIIは有効茎歩合が低いにもかかわらず収量は他の処理区とほぼ同程度の増加となっていたが、これは明らかに1穂当たりの籾数, 籾重が著しく増加したためである。すなわち、腐植酸処理による収量増加は、処理時期が初期からの場合は初期生育促進による有効茎の確保がおもな効果であり、比較的遅い中～後期での処理は、着粒数の増加あるいは登熟を高めることがおもな要因と考えられる。このように腐植酸の処理時期の違いによる収量構成の違いは、生育の過程における根の役割、つまり根が地上部の生育におよぼす影響を反映したものとする。

以上の実験から、生育全期間を通しての腐植酸処理の影響は、根の発生および伸長の促進として顕著に現われる。また、地上部の生育も処理時間が経過するに従い草

第3表 収量調査結果(その1)

	穂数		有効茎歩合		わら重		穂重		籾重	
	(本/株)	(%)	同比	(g/株)	(g/株)	同比	(g/株)	同比	(g/穂)	同比
無処理区	18.7	81.4	100	22.9	17.6	100	16.0	100	0.84	100
処理-I	23.7	88.3	108	28.4	21.8	124	20.2	126	0.85	101
処理-II	19.7	86.5	106	25.3	19.1	109	16.8	105	0.87	104
処理-III	16.3	73.5	90	23.5	18.7	107	17.4	109	0.96	114

第4表 収量調査結果(その2)

	籾数		玄米重		精玄米千粒重	
	(粒/株)	同比	(g/穂)	同比	(g)	同比
無処理区	1130.6	100	59.5	100	16.62	100
処理-I	1452.3	128	61.5	103	17.54	106
処理-II	1260.2	111	64.0	108	17.13	103
処理-III	1150.2	102	68.7	116	17.06	103

丈、茎数とも増加してくるが、とくに茎数の増加が著しい。また、収量に対しても腐植酸処理の効果が認められた。こうした生育促進および収量増加は前報<sup>6)</sup>と併せて二つの実験を通して共通するもので、いずれも根の生育あるいは生理機能に対する処理の影響の反映であることが示唆されている。

そこで、根の生理活性におよぼす腐植酸処理の影響をみると、処理によって養分吸収、呼吸、 $\alpha$ -ナフチルアミン酸化力のいずれもが増大した。全期間を通して継続処理を行った処理-I では、無処理区より常に高い酸化力あるいは呼吸能が維持され、生育の途中から処理を開始した処理-II, IIIでも生理活性の増加が認められた。

一方、根の養分吸収に対する影響をみると、測定した3時期における吸収量はいずれも処理により増加し、とくに生育初～中期では株当たり、単位重量当たりとも顕著な増大がみられたが、生育後期では株当たりでは増大するが単位重量当たりでは差がなかった。これは、生育後期は植物体全体に占める地上部の割合が大きく、根の機能が茎葉によってかなり大きく影響されることから、腐植酸処理の影響が現われにくかったものと思われる。

次に養分吸収の促進が生育促進の原因か否かという点については、実験からは単に相関関係が認められるだけであるが、一つの作業仮説として、根の養分吸収の増加に伴う生育増大を考えている。すなわち、根の生理活性増大と養分吸収量の増加によって、根の生育が促され、それに伴って新しく作り出されていく活性部位がさらに養分吸収に重要な役割を果たす。したがって、根の生育速度が大きいほど、この過程による養分吸収も増大し、ひいては生育も旺盛になることが考えられる。このように考えると、1株のなかでの根の新旧の問題も統一的に解釈される。もちろん、養分吸収や呼吸、酸化力などが、根の生育に左右される面、あるいは茎葉の機能に支配される部分があることを否定するものではないが、これまでの実験結果からは腐植酸処理によって、まず根の生理活性が増大することが示唆されているものと考えられる。

#### 4. 要 約

水稻の生育、収量および根の生理活性におよぼす腐植酸の影響を処理時期を変えて検討した結果、次の結論が得られた。

1) 生育全期間を通しての腐植酸処理は、その生育を促すが、とくに茎数を著しく増加させる。

2) 生育時期別の地上部および根部の生体重、乾物重の変化をみると、腐植酸処理によって生育初期では根部

での差が大きく、生育が進むに従って地上部での差が大きくなっていく。

3) 収量への影響は、生育初期からの処理は穂数の増加による増収となり、生育中～後期での処理は1穂当たりの着粒数増や登熟の向上によって増収する。

4) 腐植酸処理によって養分吸収力が高まる。そして、吸収の促進は、生育初期では株当たり、単位重量当たりとも増大するが、生育後期になると単位重量当たりでは差がなくなる傾向を示す。

5) 腐植酸処理した根の呼吸能は無処理区のそれよりも高く維持されて推移する。また、生育の途中でも腐植酸を処理した時点から呼吸能は増加する。

6) 根の $\alpha$ -ナフチルアミン酸化力は、生育が進むに従って低下する傾向を示し、腐植酸処理区も同様であるが無処理区よりも高いレベルで推移する。一方、生育の途中から腐植酸を処理すると、無処理区は低下していくのに対し、酸化力が著しく増大する。

謝 辞 本研究を進めるにあたって種々ご指導いただいた故東京大学名誉教授三井進博士に深甚な謝意を表します。

#### 文 献

- 1) フミン酸肥料懇話会編：腐植酸肥料(解説編)，p.26～82，フミン酸肥料懇話会，東京(1968)
- 2) 矢崎仁也・小嶋博文・明石和夫・長谷川功：ニトロフミン酸マグネシウム塩の水稻苗代施用の効果について，植物根の生理活性物質に関する研究(第1報)，土肥誌，**44**，278～282(1973)
- 3) 明石和夫・長谷川功・小嶋博文・矢崎仁也：水稻幼植物根の生理活性におよぼすニトロフミン酸の影響について，植物根の生理活性物質に関する研究(第2報)，同上，**46**，175～179(1975)
- 4) 長谷川功・明石和夫・矢崎仁也：畑作物根の生理活性におよぼすニトロフミン酸の影響について，日大農獣医学術研報，**35**，119～124(1978)
- 5) 長谷川功・矢崎仁也：水稻の生育および根の生理活性におよぼす腐植酸処理の影響，土肥誌，**58**，633～637(1987)
- 6) 長谷川功・矢崎仁也：水稻の生育全期間にわたる腐植酸の処理がその生育におよぼす影響，同上，**59**，579～586(1988)
- 7) 稲田勝美：水稻根の生理的特性に関する研究—特に生育段階ならびに根のAgeの観点において—，農技研報D，**16**，19～156(1968)
- 8) 坂井 弘・吉田富男：根の $\alpha$ -Naphtylamine 酸化力について，ムレ苗発生条件に関する研究(第1報)，北海道農試集報，**72**，82～91(1957)
- 9) 山田 登・太田保夫・中村 拓： $\alpha$ -ナフチルアミンによる水稻根の活力診断，農及園，**36**，1983～1985(1961)
- 10) 吉田武彦：根の活力測定法，土肥誌，**37**，63～68(1966)
- 11) 出口正夫・太田安定：ニトロフミン酸塩の肥効について，土肥要旨集，**8**，10(1961)

- 12) 麻生末雄：腐植の生理活性，近代農業における土壤肥料の研究（第3集），日本土壤肥科学会編，養賢堂，東京 p. 50～61 (1972)
- 13) 上田 実・三井進午：水稻幼植物の養分吸収に及ぼすキノンの影響，植物栄養の化学的制御に関する研究（第3報），土肥誌，**38**，85～92 (1967)

**Effects of Humic Acid Treatment of Paddy Rice over the Whole Growing Period on Its Growth and the Physiological Activity of Its Root**  
**Studies on the Physiologically Active Substances for Plant Roots (Part 6)**

Isao HASEGAWA\* and Jinya YAZAKI

(Coll. Agric. Vet. Medi., Nihon Univ.,  
 \* present address: Jpn. Metals Chem. Co., Ltd.)

We report the results of experiments done in the year following the previous report 5. We examined the effect of humic acid treatment on paddy rice throughout the whole growing period. The results of the experiments are summarized as follows:

The variations in the fresh weight and dry weight of the shoot and root during the growing period show that the difference between the control and the humic acid treatment was larger in the root in the growth of early phase and that clearly the root weight was heavier with the humic acid treatment. And with the humic acid treatment the shoot growth increased markedly, resulting in a larger difference in the shoot when compared with the control.

The effects of humic acid treatment on yield include an increase in the number of ears in the treatment from the early phase of growth with a resultant yield increase, and an increase in the number of grains per head in the treatment in the metaphase to late phase and a higher percentage of ripened grains with a resultant yield increase.

Similarly, the effects of the humic acid treatment of paddy rice through the whole growing period on the physiological activity of the root was examined. As a result, it was proved that the respiratory activity of the root treated with humic acid changed to a higher level than that in the control. In addition, it was observed that respiration of paddy rice root was accelerated at the time of the treatment with humic acid regardless of the growing period.

With the humic acid treatment, the oxidative activity of the paddy rice root, too, results in a higher than that in the control. It was shown that the oxidative activity of the root in the control decreased gradually with the growth, but that the humic acid treatment in the middle of growth increased markedly the oxidative activity from that treatment start.

Furthermore, the nutrients uptake activity of the root was also enhanced with the humic acid treatment. The humic acid treatment in the early phase of growth increased the nutrients uptake per stub and that per unit weight, while the treatment in the later phase of growth showed a smaller difference in the uptake per unit weight.

*Key words* humic acid, promotion of tiller, oxidative activity of root, respiration of root

(Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr., **59**, 586-592, 1988)