

# 根伸長促進物質 L-β-フェニル乳酸が水稻幼植物の生育に及ぼす影響

安達祐介<sup>1</sup>・木村和彦<sup>3</sup>・三枝正彦<sup>4</sup>・渡邊 肇<sup>1,2\*</sup>

(平成22年 1月12日受付)

## 要 約

根伸長促進物質の一種である L-β-フェニル乳酸 (LBP) が水稻幼植物の生育に及ぼす影響を地上部と地下部の形質について総合的に検討した。LBP 処理によって葉齢は対照区が3.2、LBP 区が3.6となり、LBP 区が対照区に比べ有意 (P<0.01) に上回った。草丈は葉齢と同様に LBP 区が対照区に比べ24%、有意 (P<0.01) に増加した。一方、根数は両処理区で有意差はなかったが、最長根長は LBP 区が対照区に比べて26%、有意 (P<0.05) に増加した。根の総表面積は側根の形成が大きく影響し、養水分の吸収に重要な役割を果たすとされている。そこで、総表面積を根の直径によって4区間に分級した。その結果、LBP 区では最も細い区分では45%、その次の細い区分では54%、それぞれ対照区に比べ有意 (P<0.05) に増加した。一方、太い根の区分では処理区間で有意差がなかったことから、LBP 区でみられた根の総表面積の増加は、比較的細い側根の量が増加したためと考えられた。これらより、LBP 処理でみられた地上部の生育促進は、最長根長の増加や側根の発達に伴う根の総表面積の増大によって、養水分の吸収が促進されたことが一因と考えられた。以上の結果から、水稻の LBP 処理は、肥効調節型肥料の接触施肥における施肥効率の向上や直播栽培における初期生育の促進に利用可能と考えられた。

新大農研報, 62(2):97-103, 2010

キーワード：L-β-フェニル乳酸、根表面積、植物成長調整物質、水稻、施肥効率。

現在、農業による河川の水質汚染をはじめとする環境への負荷が問題となっている。その主な原因としては農地での農薬の大量使用や、単収の向上を目的とする肥料の過剰投入があげられる。そこで、今後の作物生産では、施肥効率を上げ、コストの削減と環境負荷の軽減を図ることが重要である。

作物による肥料の吸収効率は根系の大きさに関係があるとされている。そのため、施肥効率を上げる方法としては、必要最小限の施肥により肥料成分の農地への流出量を減らす他に、養水分の吸収器官である根の生育を増加させることが考えられる。従来、化学肥料は速効性であり、種子や根と接触すると肥料焼けを発生する。この肥料焼けを防ぐために全層施肥や、肥料との間に土壌を介する間土施肥や巣穴施肥など、肥料の直接的な効果を抑える方法が取られてきた (三枝, 2004)。しかし、これらの施肥法では肥料成分の溶脱・流亡、脱窒によって施肥効率が著しく低下し、その結果環境負荷を大きくする原因となっていた。

そこで作物の生育に合わせて肥料粒子から徐々に養分が溶出する肥効調節型肥料 (Controlled Availability Fertilizer : CAF) が開発された。この CAF の使用により肥料焼けを防止し、施肥効率を大きく向上することができる。現在、CAF は主に全層施肥や側条施肥で用いられているが、従来の速効性肥料に比べて利用効率は極めて高い (庄子, 1995)。また、CAF は肥料成分の溶出が作物の生育に合わせて行われるため、根に対して低毒性であることから、種子や根に直接接触させる、「接触施肥法 (co-situs application)」が開発されている (庄子, 1995 ; 三枝, 2004)。この接触施肥法により、施肥効率は従来の速効性肥料 (Rapidly Available Fertilizer : RAF) よりも顕著に増加し、水稻の播種時や移植時に同時に施肥し追肥を省略

する全量基肥施肥栽培や、不耕起水田での稲作が可能になるなど、施肥体系の省力化や環境保全に貢献することが期待されている。一方、稲作の省力、低コスト化を推進する技術として直播栽培があるが、出芽・苗立ちを含めた初期生育が劣るとされ、最終的な収量は移植栽培に及ばないとされてきた。この直播栽培で、出芽・苗立ちを確保し、幼植物の均一な生育を得るには、根系の増大と根張りが重要である。

これまで、根量を増大させる方法としては植物成長調整剤 (Plant Growth Regulator : PGR) を用いる方法があり、代表的なものとしては植物ホルモンがある。例えば、オーキシンは低濃度で根の伸長作用を示す。また、オーキシンは亜鉛との相互作用で発根を促進する (横山ら, 2004)。その他、植物ホルモン以外の PGR としてはサリチル酸 (Raskin, 1995) などが知られている。

これらの PGR の中で、特に根の伸長作用を有する物質として根伸長促進物質が知られている (竹中, 1993)。根伸長促進物質としてはヘルミントスポロール (Tamura et al., 1965)、L-β-フェニル乳酸 (Tamura and Chang, 1965, 以下 LBP)、ラジクロン酸 (Sassa et al., 1973, 1975)、キャピラロール (Ueda et al., 1986) などが単離されており、この中で LBP とラジクロン酸、及びキャピラロールでは水稻根の伸長が確認されている。しかし、LBP については生理活性を確認する試験にとどまっており、(Tamura and Chang, 1965; Mikami et al., 1970)、地上部の生育、根の形態や根系の形成に及ぼす影響等について詳細な検討がなされていない。

本研究では、根伸長促進物質に着目し、特に LBP による施肥効率や直播栽培における初期生育の向上を目的とし、この LBP 処理が水稻幼植物の生育に及ぼす影響を地上部と地下部

<sup>1</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科

<sup>2</sup> 新潟大学農学部

<sup>3</sup> 宮城大学食産業学部

<sup>4</sup> 豊橋技術科学大学先端農業・バイオリサーチセンター

\* 代表著者 : watanabe@agr.niigata-u.ac.jp

の形質について総合的に検討した。

## 材料および方法

供試品種はコシヒカリ (*Oryza sativa* L. cv. Koshihikari) とした。ムラシゲ・スケーグ (MS) 培地用混合塩類 (和光純薬、表 1) 水溶液を 100 倍に希釈し、水耕液として使用した。この水耕液のみを使用した対照区と LBP (Bachem, AG) を 100mg/L となるように加えた LBP 区を設け、それぞれポリプロピレン製ケース (以下、PP 製ケース) に 300ml ずつ溶液を入れて使用した。

幼植物の育成にはシードパック (大起理工業) を用いた。シードパックを縦半分に切り、切断部をテープで止め、下部を切断してペーパータオル (商品名キムワイプ、クレシア) を裏に挟み込み、毛管現象によって溶液を吸い上げられるようにした。遮光のためシードパック全体をアルミ箔で覆ったのち、6 区画に区切った PP 製ケースにそれぞれシードパックを差し込み、溶液が十分浸透してから鳩胸状態に催芽した種籾を 2 粒播種した。透明アクリル製ケースに PP 製ケースを並べ、蓋をゴムテープで密封した後、人工気象機 (BIOTRON EZ-022、日本医工器械製作所) で 30°C、連続光条件で 2 週間培養した。

培養後、幼植物の葉齢、草丈、最長根長、根数を測定した。総根長や根の総表面積の測定は Kimura et al. (1997)、Kimura and Yamasaki (2001, 2004) の方法で行った。すなわち、根をサンプリング後 50% (v/v) エタノール中に固定、水洗したのちに、メチルバイオレット B (キシダ化学) 水溶液を滴下し、15 分間振盪することで染色した。パーソナルコンピュータと接続したイメージスキャナ (GT-X970、EPSON) の読み取り面の上に透明なアクリル製トレー (外寸: 幅 200mm × 奥行き 260mm × 高さ 20mm) を置き、水を約 1 cm に張って根を浮かべ、フィルムスキャンユニットで解像度 300dpi の 16bit グレースケール画像として取り込んだ。総根長と総表面積の測定は、Scion Image ver.4.0.3.2 (Scion Corporation) を使用し、Kimura et al. (1999)、Kimura and Yamasaki (2001, 2004)

の根長測定マクロプログラムによって行った。なお、総根長と表面積の測定には平均的な根数 ( $6 \pm 1$  本) を示した個体を使用した。実験は、3 反復で行い、統計解析は JMP4.0 (SAS Institute Inc.) を使用した。

## 結果および考察

幼植物の地上部に着目すると、対照区で 3.2、LBP 区で 3.6 となり、LBP 処理によって有意に増加した (図 1-A)。また、草丈では LBP 区が対照区に比べて 24% 有意 ( $p < 0.01$ ) に増加した (図 1-B)。地下部の形質では、根数は有意差がみられなかったが (図 1-C)、最長根長では 26% 有意 ( $p < 0.05$ ) に増加した (図 1-D、図 2)。

草丈に対する最長根長の比率 (地下部 / 地上部比) は、処理間で有意差はみられなかった (図 3)。また、LBP 区の乾物重 (図 4) は、地上部では 1% 水準で有意差がみられ、根では有意ではなかったが、高い傾向がみられた。根乾物重と地上部乾物重の比は、処理区間で有意差はみられなかった (図 5)。このことより、LBP 処理による生育は単なる徒長によるものではなく乾物重の増加を伴う成長によるものと考えられた。

根系形成に重要である、総根長と根の総表面積 (図 6) では、総根長で有意差はみられなかったものの、LBP 区で高い傾向を示した。一方、総表面積においては対照区では 15.7cm<sup>2</sup>、LBP 区では 22.9cm<sup>2</sup> となり、LBP によって有意 ( $p < 0.05$ ) に増加した。また、根数に対する総根長または表面積に相関がみられなかった (図 7)。このことより、総根長や表面積の増加に寄与するのは種子根や冠根などの太い一次根ではなく、細い二次根より高次の根であることが考えられた。そこで、総根長

表 1. MS 培地用混合塩類溶液成分

成分	濃度 (mg/L)
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650
KNO <sub>3</sub>	1900
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	440
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	370
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2
MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	22.3
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	8.6
KI	0.83
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.25
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.025
CoCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	0.025
Na <sub>2</sub> -EDTA	37.3
FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	27.8

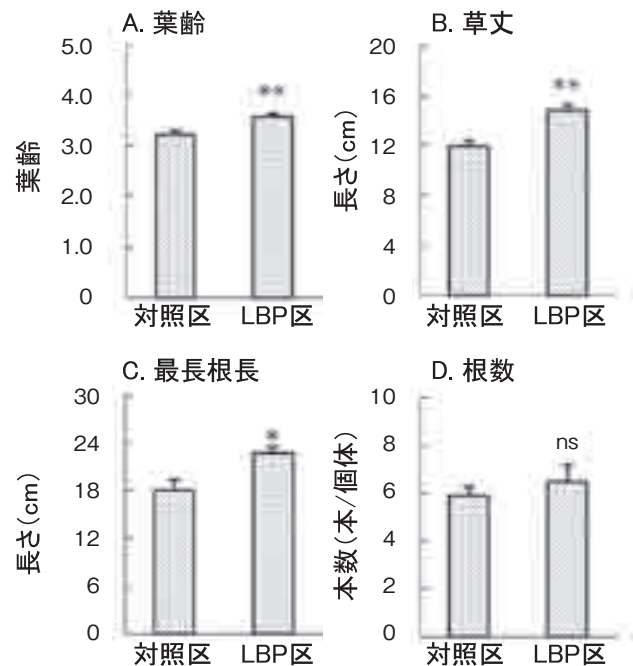


図 1. LBP 処理がイネ幼植物の葉齢、草丈、最長根長、根数に及ぼす影響。

\*、\*\* : 5%、1% 水準で有意差あり。ns : 有意差無し (t-検定)。



対照区 LBP区

図2. LBP 処理が根の外部形態に及ぼす影響.

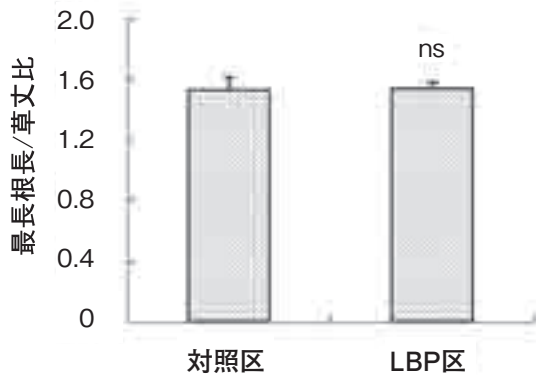


図3. LBP 処理が最長根長 / 草丈比に及ぼす影響.  
ns: 有意差無し (t-検定).

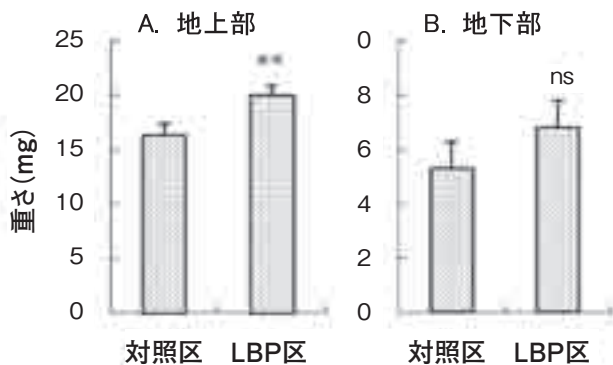


図4. LBP 処理が地上部と地下部の乾物重に及ぼす影響.  
\*\*: 1%水準で有意差あり. ns: 有意差無し (t-検定).

を根の直径ごとに4区間に分級し詳しく解析した結果(図8)、直径0.379mm以下の最も細い区分とその次の細い区分で総根長が最も大きかった(図8-A)。次に、養水分の吸収に最も寄与すると考えられる総表面積では、LBP区では最も細い区分では45%、その次の細い区分では54%それぞれ対照区に比べ有意( $P < 0.05$ )に増加した(図9-A, B)。しかしながら、太い根の区分では処理区間で有意差がみられなかった(図9-C, D)。

イネの側根には太く高次の側根を生じるL型側根と、細く短いS型側根があり(河野ら, 1972; Yamauchi et al., 1987)、この中で養水分吸収に重要とされるのは細いS型側根と考えられている(Yamauchi et al., 1987)。本試験において、LBP処理によって総根長と総表面積は直径が細い根で増加したことより、LBPはこのS型側根を増加させたと考えられた。

また、LBP処理区では、根端に近い部分で側根が長くなっていた(図10)。通常、作物根で基部から少し離れた部位で側根が最も多くなり、根端に向かうにしたがって減少するが、LBP処理区では根端に近い部分においても長い側根の形成がみられた。根では根端が損傷するなど何らかの原因で伸長が停止した場合、根端部から側根が伸びて獅子の尾状の根が形成される。しかし、LBP処理区では根端の生育が正常な個体においてもこの様に根端付近において長い側根の形成が観察された。なお、総根長や総表面積を調査したLBP処理区の40%以上の個体でこのような形態的特徴がみられた。

ここで、作物根の生育に及ぼす植物成長調整物質について概観する。まず、天然型のオーキシンであるIAAは、根の伸長には阻害的に働く(増田, 1994)とされるが、接木や挿し木における発根促進(増田, 1994)、亜鉛との相互作用での発根促進作用が見られ(横山ら, 2004)、またオーキシン生合成遺伝子の過剰発現によって根の過剰形成が起こる例が報告されている(Zhao et al., 2001)。これらは側根の発生を促し、不定根を発生させる働きによる。ジベレリンでは根の伸長が促進される場合(Suge, 1985)と阻害される場合(Ogawa et al., 1976)があり、ジベレリンは植物根にきわめて低濃度で作用していると考えられている(谷本, 1986)。さらに、エチレンはイネの種子根の伸長成長を抑制し、らせん成長を促進(井上ら, 1998; 井上と松本, 2001)する一方、低濃度ではトウモロコシの根の伸長を促進する(根の事典編集委員会, 1998)。サイトカニンは内生オーキシンのレベルを高め、エチレンを誘導し、根の伸長成長を阻害する(根の事典編集委員会, 1998)。また、アブシジン酸は、根の伸長成長を促進する場合と抑制的な作用を示す場合があり(谷本, 1988)、シロイヌナズナの側根の発達が阻害される報告がある(Smet et al., 2004)。このように、植物ホルモンは環境要因や濃度によって根の生育に関して、促進あるいは抑制的な作用を有している。

本試験において、LBP処理はイネの種子根を伸長し、側根の生育を促進した(図2, 図10)が、LBPは単独に作用するばかりでなく、これらのPGRを誘導あるいは阻害することにより水稻の根の生育を促進したと考えられる。今後、イネの根における、LBPと他のPGRとの相互関係を検討する必要がある。

LBPはTamura and Chang (1965)によって、担子菌類である*Exobasidium symploci-japonicae*から単離され、イネ種子根への伸長作用が確認されたが、米酢からも検出されている(Maekawa and Kodama, 1964)。このことから、LBPは、菌類のみならず、イネで内生的に合成され、重要な成長調節作用を有していると考えられる。



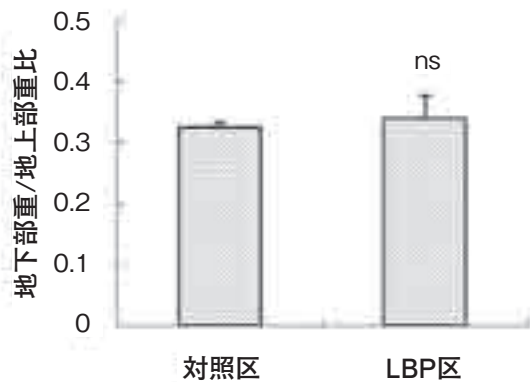


図5. LBP処理が地下部重/地上部重比に及ぼす影響。  
ns: 有意差無し (t-検定).

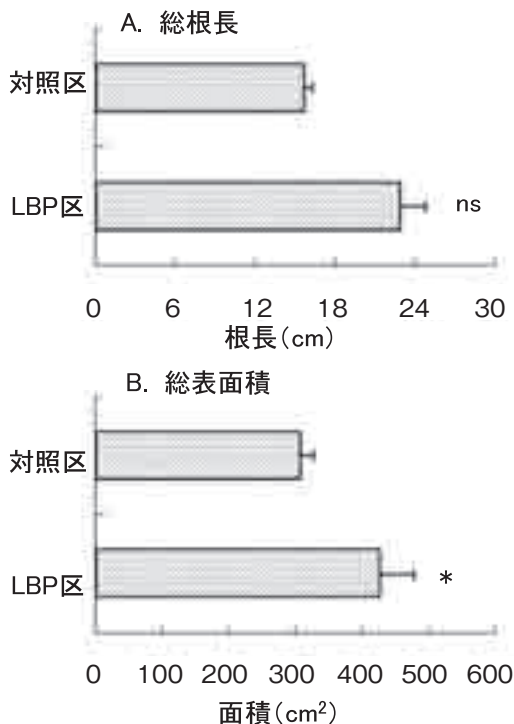


図6. LBP処理が総根長と根の総表面積に及ぼす影響。  
\*: 5%水準で有意差あり. ns: 有意差無し (t-検定).

イネに生理作用を有するLBP以外の根伸長促進物質として、キャピラロール (Ueda et al., 1986; Ueda, 1989) やラジクロン酸 (Sassa et al., 1973, 1975) がある。キャピラロールではイネの種子根のほかにレタスの幼根や下胚軸で、伸長作用が見られる (Ueda et al., 1986)。ラジクロン酸では種子根の伸長成長に加え、茎葉の伸長成長についても調査されているが、種子根に伸長作用を示す至適濃度域では茎葉の伸長生長に影響せず、また高濃度では生育を阻害した (Sassa et al., 1973)。本試験では、イネに生理活性を示す根伸長促進物質のうち、実際に上市され入手可能なLBPを使用したのが、根の伸長ばかりでなく地上部の生育促進がみられたように、キャピラロールやラジクロン酸の研究例とは異なる生理反応を示した。

これは、MS培地用混合塩類 (表1) を使用した点など、実験条件の違いが関連すると考えられるが、これらの根伸長促進物質の生理作用の特異性や作用機構の違いによるものと考えられる。この点に関しては、今後の重要な課題である。

作物の施肥効率に関する根の役割を研究する際に、多くの場合、根量が調査されるが、この根量は根長、根数、根体積、根重、表面積などの複数の形質を指標として用いられる。作物による養水分の吸収には複数の段階、つまり、養水分の土壤中での移動、土壤根圏から根の境界面への移動、根のアポプラスト (apoplast) からシンプラスト (symplast) への移動などがあるが、それぞれ関与する形質は異なる (根の事典編集委員会, 1998)。

根量の指標として、最もよく利用されるのは乾物重であるが、これは根の養水分吸収の機能を直接的に推測しにくいとされる。次に利用されるのは根長である。この根長は特に測定精度が高い上、土壤中での根圏の形成に影響が大きく、土壤中での養水分の移動に関係が強い。また側根を含めた総根長は根長密度と関係があり、根長密度が増加することで土壤中でのイオン吸収量が増加するとされる。根圏土壤から根のアポプラストへの移動に関係が深いとされるのは表面積である。側根を含めた総根長との関係が強く、細根の割合が大きい個体では表面積が大きくなり、根内部への養分移動に有利であると考えられる (根の事典編集委員会, 1998)。

水稻の生育初期においては、地上部や地下部における各形質に強い相互作用があるとされる (根の事典編集委員会, 1998)。つまり、地上部の生育が促進されると根原基の分化が起こり、より太い根や多くの根が分化・形成される。他方、根の生育が促進され、根活性が高まると、養水分吸収において有利となり、地上部の生育も促進される。

本研究では、LBP処理によって細根の長さが有意に増加したため表面積が増加した (図9)。LBP処理が根の形態に与えた影響が大きいため、LBPが側根の分化・生育を促進し、根の表面積を増加させた結果として養分吸収が促進され、地上部の生育や生育ステージも促進されたと考えられた。

根量が増加することで肥料成分の吸収率が高まることは過去の研究で明らかとなっており、特に根量の増加によって土壤からのリン成分の吸収量 (米山ら, 1990) が増加することが知られている。また、CAFを用いた接触施肥においては、通常のRAFを用いた施肥法 (全層施肥、間土施肥、巣穴施肥法) と比較して、窒素吸収率が高くなる (金田, 1995; 庄子, 1995; 三枝, 2004)。また、鉄を含んだCAFを使用した場合、根がCAFに絡みつくことにより、鉄イオンの吸収率が向上する (Morikawa and Saigusa, 2007)。これらの研究例は、CAFを用いた接触施肥においても、根量を増加し根と肥料の接触面積を増加させることで、さらに施肥効率をあげることができると考えられる。

本研究では、LBPのイネの生育に対する生理作用を培養系の実験系によって基礎的に検討したものである。LBPの作用を、CAFを用いた接触施肥や直播栽培の根張りの向上など、実際の栽培学上の重要形質に応用するには、作物への効率的な施用方法を考える必要がある。

以上より、水稻において、LBP処理により、養水分の吸収に関連の深い側根の形成が促進され、根の総表面積が増加することが明らかとなった。今後は、LBPの作物への効率的な施用法の検討に加え、LBPが根の形態形成に及ぼす影響や、側根の形成作用のメカニズムを詳細に検討する必要がある。

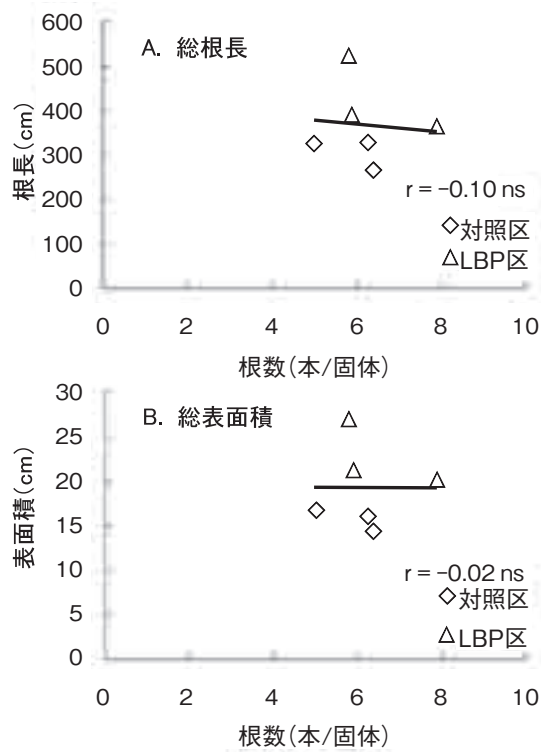


図7. 総根長および総表面積と根数の関係.  
ns は 5%水準で有意な相関がないことを示す.

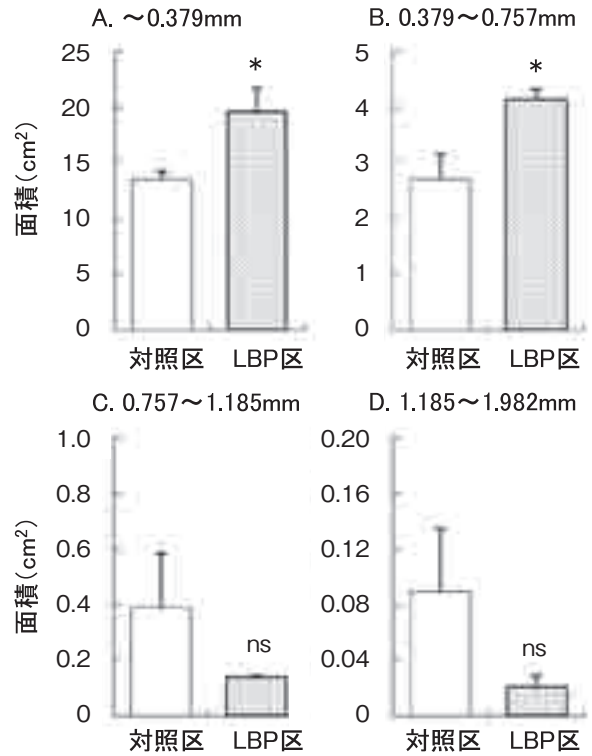


図9. LBP 処理が根の直径ごとの総表面積に及ぼす影響.  
\*: 5%水準で有意差あり. ns: 有意差無し (t-検定).

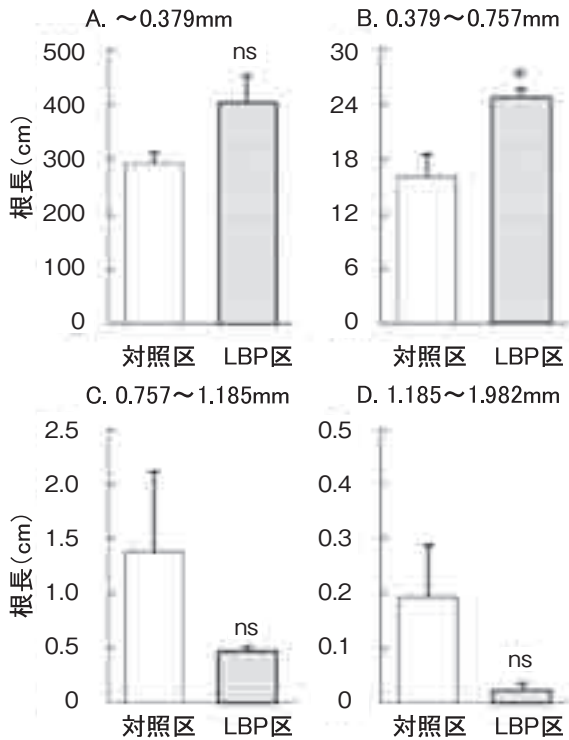


図8. LBP 処理が根の直径ごとの総根長に及ぼす影響.  
\*: 5%水準で有意差あり. ns: 有意差無し (t-検定).

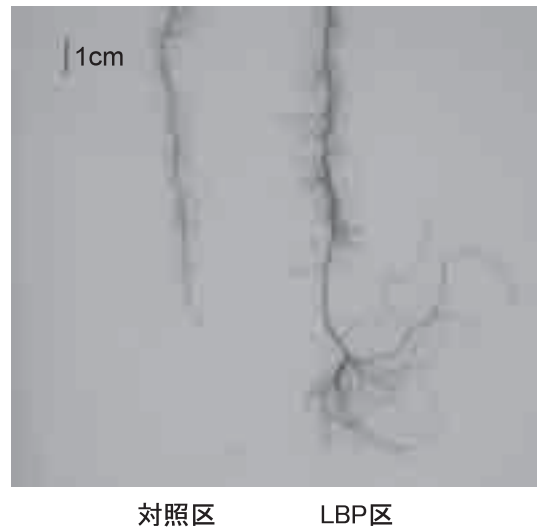


図10. LBP 処理が側根の生育に及ぼす影響.

#### 謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究 (A) (No.18208007) によった。

## 引用文献

- 井上直人・荒井輝博・金漢龍・萩原素之. 1998. イネ種子根のらせん生長および伸長量と湛水土壌表面直播における苗立ち性との関係. *根の研究*, **7**: 97-100.
- 井上直人・松本禎. 2001. 水稻の湛水直播における苗立ち性に関する研究: (7) 浮き苗率を支配する種子根の生長に及ぼす植物ホルモンの影響. *日作紀*, **70**: 92-93.
- 金田吉弘. 1995. 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開 2: 不耕起移植栽培の育苗箱全量施肥技術. *土肥誌*, **66**: 176-181.
- Kimura, K., S. Kikuchi and S. Yamasaki. 1999. Accurate root length measurement by image analysis. *Plant and Soil*, **216**: 117-127.
- Kimura, K. and S. Yamasaki. 2001. Root length and diameter measurement using NIH Image: application of the line-intercept principle for diameter estimation. *Plant and Soil*, **234**: 37-46.
- Kimura, K. and S. Yamasaki. 2004. Accurate root length and diameter measurement using NIH Image: use of Pythagorean distance for diameter estimation. *Plant and Soil*, **254**: 305-315.
- 河野恭広・井桁正宏・山田記正. 1972. 水稻種子根における側根群の発育生理学的研究. *日作紀*, **41**: 192-204.
- Maekawa, K. and M. Kodama. 1963. Isolation and identification of phenolic acids in rice vinegar. *Agric. Biol. Chem.*, **28**: 436-442.
- 増田芳雄. 1994. 3 オーキシシン 3-4生理作用 (1) pp.357-396. 高橋信孝・増田芳雄 共編. 植物ホルモン・ハンドブック, 培風館, 東京.
- Mikami, Y., H. Takahara, H. Imura, A. Suzuki and S. Tamura. 1970. Several synthetic hydroxy-acids as plant growth regulators. *Agr. Biol. Chem.*, **34**: 977-979.
- Morikawa, C.K. and M. Saigusa. 2007. Effectiveness of *co-situs* application of ferrous and ferric iron in alleviating iron deficiency of paddy rice on calcareous soil. *Tohoku journal of agricultural research*, **58**: 1-11.
- 根の事典編集委員会編. 1998. *根の事典*. 朝倉書店, 東京. 1-440.
- Ogawa, M., E. Matsunaga, Y. Yamazaki, K. Oyamada, T. Matsui, and J. Tobitsuka. 1976. A synergistic effect of 2-ethyl-1-isopropoxycarbonyl-3-(4-tolylcarbonyl) isourea with gibberellic acid on growth of rice seedlings. *Plant and cell physiology*, **17**: 743-749.
- Raskin, I. 1995. Salicylic Acid. pp. 188-205. In: Devies, P. J. (ed.). *PLANT HORMONES Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. 2nd Edition*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- 三枝正彦. 2004. 循環型農業と最大効率最小汚染農業. *化学と生物*, **42**: 22-28.
- Sassa, T., K. Tomizuka, M. Ikeda and Y. Miura. 1973. Isolation of a new root growth stimulating substance from a fungus. *Agric. Biol. Chem.*, **37**: 1221-1222.
- Sassa, T., K. Nakano and Y. Miura. 1975. Isolation and identification of o-acetyl and 12-hydroxyradiclonic acids. *Agric. Biol. Chem.*, **39**: 1899-1900.
- Smet, I.D., L. Signora, T. Beeckman, D. Inze, C.H. Foyer and H. Zhang. 2003. An abscisic acid-sensitive checkpoint in lateral root development of Arabidopsis. *The Plant Journal*, **33**: 543-555.
- Suge, H. 1985. Ethylene and Gibberellin: Regulation of internodal elongation and nodal root development in floating rice. *Plant and cell physiology*, **26**: 607-614.
- 庄子貞雄編. 1995. *新農法への挑戦 - 生産・資源・環境との調和 -*. 博友社, 東京. 1-381.
- 竹中眞. 1993. 根の伸長促進物質. *根の研究*, **2**: 16-19.
- Tamura, S. and C. Chang. 1965. Isolation of L- $\beta$ -phenylactic acid as a plant growth-regulator produced by *Exobasidium*. *Agric. Biol. Chem.*, **29**: 1061-1062.
- 谷本英一. 1986. ジベレリンによる根の伸長生長制御. *植物化学調節学会研究発表記録集*, (昭和61年度): 13-14.
- 谷本英一. 1988. 根の成長と植物ホルモン. *植物の化学調節*, **23**: 16-31.
- Ueda, J., T. Yokota, N. Takahashi, M. Yoshida and J. Kato. 1986. A root growth-promoting factor, capillarol, from *Artemisia capillaris* Thunb. *Agric. Biol. Chem.*, **50**: 3083-3086.
- Ueda, J. 1989. Promotive effect of capillarol and related compounds on root growth. *Physiologia Plantarum.*, **76**: 42-46.
- Yamauchi, A., Y. Kono and J. Tatsumi. 1987. Quantitative analysis on root system structures of upland rice and maize. *日作紀*, **56**: 608-617.
- 横山明敏・佐伯雄一・小口慶子・長友由隆・高木浩・赤尾勝一郎. 2004. イネにおけるオーキシシンの発根促進作用に及ぼす亜鉛の影響. *土肥誌*, **75**: 211-216.
- 米山忠克・堀江秀樹・建部雅子・丹野文雄. 1990. 植物の根量とリン吸収の関係. *土肥誌*, **61**: 382-385.
- Zhao, Y., S. K. Christensen, C. Fankhauser, J.R. Cashman, J.D. Cohen, D. Weigel and J. Chorry. 2001. A role for flavin monooxygenase-like enzymes in auxin biosynthesis. *Science*, **291**: 306-309.

## Effect of L- $\beta$ -Phenyllactic Acid on Growth of Rice Seedlings

Yusuke ADACHI<sup>1</sup>, Kazuhiko KIMURA<sup>3</sup>, Masahiko SAIGUSA<sup>4</sup> and Hajime WATANABE<sup>1,2\*</sup>

(Received January 12, 2010)

### Summary

Expanding the root system including the total number, length and area of roots is efficient to obtain the high recovery rate of fertilizer, especially in *co-situs* application using a controlled availability fertilizer (CAF). We investigated the effects of L- $\beta$ -Phenyllactic Acid (LBP) on growth of both shoot and root in rice seedlings. Rice seedlings were cultured in the seed packs<sup>TM</sup> containing 1/100 strength MS nutrient solution with or without 100mg/L LBP. Agronomical parameters were measured and the total root area was calculated according to the method described by Kimura (2001) after two weeks seeding. The plant age and plant height of rice seedlings were markedly enhanced by LBP treatment than those of control. The seminal root length of seedlings was also significantly ( $P<0.05$ ) increased by 26% compared with that of control. In contrast, the root number per seedling was not affected by LBP treatments. Correlation between the total area of root, and the number of root or the seminal root length were not observed. It should be noted that LBP significantly ( $P<0.05$ ) increased the total area of root of seedlings through those of the thinner lateral root (less than 0.757 mm in diameter), not of the thicker one. These results suggest that the high recovery rate of fertilizer in *co-situs* application with a CAF is possible by using LBP.

*Bull. Facul. Agric. Niigata Univ.*, 62(2):97-103, 2010

**Key words** : fertilizer recovery rate, L- $\beta$ -phenyllactic acid, plant growth regulator, rice (*Oryza sativa* L.), root surface area.

---

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Technology, Niigata University

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Niigata University

<sup>3</sup> School of Food, Agricultural and Environmental Sciences, Miyagi University

<sup>4</sup> Research Center for Advanced Agrotechnology and Biotechnology, Toyohashi University of Technology

\* Corresponding author: watanabe@agr.niigata-u.ac.jp