

## 耕起法の違いがアーバスキュラー菌根菌の感染および トウモロコシとエンバクの生育・収量に及ぼす影響

臼木一英・山本泰由・田澤純子・辻博之・松尾和之

(農業・生物系特定産業技術研究機構)

**要旨：**温暖地の黒ボク土圃場において不耕起とロータリ耕およびそれらを交互に組み合わせた4通りの耕起法が夏作トウモロコシと冬作エンバクの生育・収量に及ぼす影響についてアーバスキュラー菌根菌の感染と関連させて検討した。トウモロコシの生育初期における乾物重とリン吸収はロータリ耕に比べて不耕起処理を前年から継続することで増加した。しかし、出穂期以降は生育差が縮小して黄熟期の乾物収量には耕起法の違いは認められなかった。トウモロコシ播種前における土壌中のアーバスキュラー菌根菌の胞子密度には耕起法の違いによる影響は認められなかったが、トウモロコシの生育初期における同菌の感染率は不耕起処理によって高まった。これらのことから不耕起処理によってアーバスキュラー菌根菌の感染が高まり、特に不耕起を継続することで養分吸収が促される可能性が示唆されたが、収量に及ぼす影響は認められなかった。一方、冬作のエンバクでは、耕起法の違いがアーバスキュラー菌根菌の感染に及ぼす影響は見られなかった。また、エンバクの生育はロータリ耕でやや向上する傾向にあったが収量に対しては耕起法の影響が見られなかった。

**キーワード：**アーバスキュラー菌根菌，エンバク，トウモロコシ，不耕起，ロータリ耕。

不耕起栽培もしくは省耕起栽培は、一連の圃場作業の中から耕耘や整地の工程を省略することで投入労力やエネルギーの節減につながり、我が国においても環境保全的な技術として注目されている(金沢 1995)。耕起法の違いが作物の生産性に及ぼす影響には土壌の違いが大きく関与していることが知られている(Dick and Doren 1985)。日本においても、渡辺ら(1987)は、北海道の重粘性土壌においてエンバクの生育はロータリ耕に比べ溝切り耕によって促進されるが、逆にトウモロコシの生育はロータリ耕で促進されることを報告している。しかし、日本の畑作地帯に多く分布する火山灰性土壌では、トウモロコシやダイズの初期生育がロータリ耕に比べ溝切り耕や部分耕によって促進される現象が認められている(畠中・塩崎 1987, 小川ら 1988)。また、関東の黒ボク土において不耕起栽培を5, 6年継続しても夏作物では収量の低下がみられないが、冬作物では減収することが報告されている(注：平成元年度研究成果情報，農業研究センター，茨城，1991)。このように、地域や作期の違いなどによって不耕起栽培が作物の生育に及ぼす影響は大きく異なることから、坂井(1988)は不耕起栽培を安定的な技術として確立して行くには未解決の問題が多いことを指摘している。

筆者らは、温暖地の畑作物の生産性にアーバスキュラー菌根菌が関与する可能性を指摘した(臼木・山本 2003)。このアーバスキュラー菌根菌は作物と共生関係を結びリン等の吸収を高めることが知られ(Black and Tinker 1977, Vivekanandan and Fixen 1991)、アーバスキュラー菌根菌の宿主となる作物の範囲は広い(小林ら 1990)。アーバスキュラー菌根菌に対する依存度(感受性)が宿主作物の種類によって異なり、たとえば同じイネ科であってもトウモロコ

シの依存度は強く、エンバクでは中程度であるとされる(Plenchette ら 1983, Mosse 1986)。これまでに不耕起栽培ではアーバスキュラー菌根菌の感染が促進されるという報告がある(Evans and Miller 1988, McGonigle and Miller 1993, Kabri ら 1997, Gavito and Miller 1998a)。一方、不耕起栽培でもアーバスキュラー菌根菌の感染は高まらない場合も見受けられる(Gavito and Miller 1998b, Nakamoto ら 2001)。また、アーバスキュラー菌根菌と作物との関係は土壌の種類の違いによって異なることが知られている(Karasawa ら 2000)。このように不耕起栽培においては土壌の種類によってアーバスキュラー菌根菌が作物の生産性に果たす役割が異なる可能性がある。さらに、アーバスキュラー菌根菌胞子の発芽や感染には適温域があることが知られ(Daniels and Trappe 1980, Schenck and Smith 1982, 小林 1988, Raju ら 1990)、不耕起栽培においてアーバスキュラー菌根菌の寄与の程度は作物の作期によって変動する可能性も考えられる。一連の報告に見られるように不耕起栽培におけるアーバスキュラー菌根菌と作物との関係には多種多様な要素が関与しているが、特に温度の異なる作付け期間によって同菌が作物に及ぼす影響に違いが生じる可能性がある。そこで、温暖地の黒ボク土圃場において不耕起とロータリ耕およびそれらを交互に組み合わせた4通りの耕起法が夏作トウモロコシと冬作エンバクの生育・収量に及ぼす影響についてアーバスキュラー菌根菌の感染と関連させて検討した。

## 材料と方法

### 1. 耕起法の違いがトウモロコシの生育・収量に及ぼす影響 (試験1)

試験は中央農業総合研究センター観音台圃場（茨城県つくば市）において行った。1500 m<sup>2</sup>の試験圃場に試験区（45.0 m<sup>2</sup>）をランダムに3反復で配置し、前年の処理としてロータリ耕区と不耕起区を設け、エンバク（品種ニューオールマイティー）を畦間70 cmの条播で栽培した。エンバクの播種は1998年10月26日に行った。施肥は元肥として化成肥料を窒素、リン酸、カリが成分量で8 g m<sup>-2</sup>となるように播種後に土壌表面に散布した。エンバクの収穫は1999年5月10日に行い、エンバクの刈り取り後に1試験区あたり10点の土壌をエンバクの畦間の地表から30 cm採取し、アーバスキュラー菌根菌胞子密度の測定と可給態リン酸含量の分析に供した。アーバスキュラー菌根菌胞子はふるい分け—シヨ糖遠心法（斉藤1992）により分離、計数した。可給態リン酸は、上記の土壌を風乾後にブレイ第二法（準法）（南條1986）により調査した。ロータリ耕で栽培したエンバク跡と不耕起で栽培したエンバク跡をそれぞれ2分割してロータリ耕跡にロータリ耕を継続する区（以下、連続ロータリ耕区と記載）、ロータリ耕跡を不耕起とする区（以下、ロータリ耕跡不耕起区と記載）、不耕起跡をロータリ耕とする区（以下、不耕起跡ロータリ耕区と記載）、不耕起を継続する区（以下、連続不耕起区と記載）の4つの処理を設け、1999年5月16日にトウモロコシ（品種パイオニア33G26）を畦間70 cm、株間20 cmで点播（人力で播種）した。1区22.5 m<sup>2</sup>として畦長5 m、畦数6本、ロータリ耕は耕深15 cmとし、不耕起は深さ5 cm、幅5 cm程度の播種溝のみを作る以外一切耕起を行わなかった。各処理は分割区法により3反復とした。トウモロコシへの施肥は、元肥として化成肥料を窒素、リン酸、カリが成分量で10 g m<sup>-2</sup>となるように播種後に土壌表面に散布した。トウモロコシは6月5日、6月26日、8月1日（播種後20日目、41日目、77日目）に1区あたりそれぞれ生育中庸な20株、6株、8株を採取し、乾物重を調査した。アーバスキュラー菌根菌の感染率は、播種後20日目と41日目に1区あたり生育中庸な20株、6株の種子根を採取し、グリッドライン法（斉藤1992）により測定した。収量調査は9月2日（播種後109日目）に1区あたり20株（2.8 m<sup>-2</sup>）刈り取り乾物重を求めた。また、トウモロコシのリンの分析は、試料を硝酸—過塩素酸で湿式灰化後、比色法により行った。

### 2. 耕起法の違いがエンバクの生育・収量に及ぼす影響 (試験2)

試験は中央農業総合研究センター観音台圃場（茨城県つくば市）において行い、900 m<sup>2</sup>の試験圃場に試験区（45.0 m<sup>2</sup>）をランダムに3反復で配置し、前年の処理としてロータリ耕区と不耕起区を設け、トウモロコシ（品種パイオニ

ア33G26）を栽培した。トウモロコシの播種は2000年6月2日に行った。トウモロコシへの施肥は、元肥として化成肥料を窒素、リン酸、カリが成分量で10 g m<sup>-2</sup>となるように播種後に土壌表面に散布した。トウモロコシの収穫は2000年8月30日に行い、トウモロコシの刈り取り後に1試験区あたり10点の土壌をトウモロコシの畦間の地表から30 cm採取し、試験1と同様の方法でアーバスキュラー菌根菌胞子密度の測定と可給態リン酸含量の分析を行った。その跡に試験1と同様に連続ロータリ耕区、ロータリ耕跡不耕起区、不耕起跡ロータリ耕区、連続不耕起区の4処理を設け、2000年10月21日にエンバク（品種ニューオールマイティー）を畦間70 cmで条播（人力で播種）した。1区22.5 m<sup>2</sup>として畦長5 m、畦数6本とした。各処理は分割区法により3反復とし、ロータリ耕および不耕起の方法は試験1と同様とした。エンバクへの施肥は、元肥として化成肥料を窒素、リン酸、カリが成分量で8 g m<sup>-2</sup>となるように播種後に土壌表面へ散布した。出芽から越冬直後のエンバクの種子根は短く、測定に十分な量のサンプルを採取することが困難であったことから予備調査により感染が確認できた2001年3月30日（播種後160日目）にエンバクのアーバスキュラー菌根菌感染率の調査を行った。なお、播種後160日目は越冬後、急速に生育が進む時期に当たり、生育初期に相当する時期であると考えられる。アーバスキュラー菌根菌の感染率は、1区あたり生育中庸な20株の種子根を採取し、前記の方法で測定した。3月9日（播種後139日目）、3月30日（160日目）には草丈を測定し、4月29日（190日目）には草丈と乾物収量の調査を行った。収量調査は区の中央2畦2 m（2.8 m<sup>-2</sup>）刈り取り乾物重を求めた。

## 結 果

### 1. 耕起法の違いがトウモロコシの生育・収量に及ぼす影響 (試験1)

トウモロコシ播種前（エンバク跡）の土壌の可給態リン酸含量およびアーバスキュラー菌根菌の胞子密度には前作エンバクをロータリ耕と不耕起で栽培した影響は認められなかった（第1表）。トウモロコシの播種後20日目（葉齢3〜4葉）のアーバスキュラー菌根菌感染率は、連続不耕起区とロータリ耕跡不耕起区では不耕起跡ロータリ耕区と連続ロータリ耕区より有意に高いことが認められ、播種前の胞子密度に違いがなかったにもかかわらず不耕起ではロー

第1表 トウモロコシ播種前の土壌の可給態リン酸含量およびアーバスキュラー菌根菌胞子密度（試験1：1999年5月）。

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> 乾土)	胞子密度 (個 kg <sup>-1</sup> 乾土)
ロータリ耕跡	16.3a	2810a
不耕起跡	17.9a	2010a

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない（Fisher's PLSDによる）。

第2表 トウモロコシ播種後20, 41日目のアーバスキュラー菌根菌の感染率(試験1: 1999年6月).

処理 (播種後日数)	感染率(%)	
	(20 日目)	(41 日目)
連続ロータリ耕区	30.6b	68.3a
ロータリ跡不耕起区	53.8a	59.0a
不耕起跡ロータリ耕区	42.5b	74.8a
連続不耕起区	71.6a	73.9a

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない  
(Fisher's PLSDによる).

第3表 トウモロコシ播種後41日目のリン吸収量(試験1: 1999年6月).

処理	P (g a <sup>-1</sup> )
連続ロータリ耕区	11.9b
ロータリ跡不耕起区	14.6b
不耕起跡ロータリ耕区	12.5b
連続不耕起区	24.7a

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない  
(Fisher's PLSDによる).

第4表 トウモロコシの地上部乾物重の推移(試験1: 1999年6月, 8月, 9月).

処理	乾物重 (kg a <sup>-1</sup> )				絹糸抽出日 までの日数 (日)
	(播種後日数)				
	(20日目)	(41日目)	(77日目)	(109日目)	
連続ロータリ耕区	0.10b	4.61b	71.1b	155.6a	73
ロータリ跡不耕起区	0.11b	5.35b	72.7b	160.2a	71
不耕起跡ロータリ耕区	0.10b	4.41b	74.4b	147.0a	73
連続不耕起区	0.16a	8.82a	87.0a	161.0a	68

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない (Fisher's PLSDによる).

タリよりも促進された. しかし, 播種後 41 日目 (葉齢 8~9 葉) には違いが認められなかった (第2表). 播種後 41 日目のトウモロコシのリン吸収量は, 感染促進の傾向が顕著であった連続不耕起区では他の3区よりも有意に多かった (第3表). トウモロコシの生育は連続不耕起区では他の3区に比べて播種から絹糸抽出期までの日数は短縮される傾向にあった (第4表). 連続不耕起区のトウモロコシの乾物重は播種後 77 日目まで高く推移したが, ロータリ耕跡不耕起区では播種後 20 日目のアーバスキュラー菌根菌の感染率は高まっていたにもかかわらず生育量には有意差が認められなかった. なお, 出穂後の生育量には処理区の差は認められなかった (第4表).

## 2. 耕起法の違いがエンパクの生育・収量に及ぼす影響(試験2)

エンパク播種前 (トウモロコシ跡) の可給態リン酸含量およびアーバスキュラー菌根菌胞子密度には耕起処理による差は認められなかった (第5表). また, エンパクのアーバスキュラー菌根菌の感染率にも耕起処理による差は認められなかった (第6表). エンパクの草丈は, 不耕起に比べロータリ耕においてやや高くなる傾向で推移し, 播種後 190 日目 (出穂始期) にはロータリ耕で有意に高まったが, 乾物収量には処理区の差は認められなかった (第7表).

第5表 エンパク播種前の土壌の可給態リン酸含量およびアーバスキュラー菌根菌の胞子密度(試験2: 2000年9月).

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> 乾土)	胞子密度 (個 kg <sup>-1</sup> 乾土)
ロータリ耕跡	23.5a	2430a
不耕起跡	24.2a	2730a

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない  
(Fisher's PLSDによる).

第6表 エンパク播種後160日目のアーバスキュラー菌根菌の感染率(試験2: 2001年3月).

処理	感染率 (%)
連続ロータリ耕区	36.6a
ロータリ跡不耕起区	51.0a
不耕起跡ロータリ耕区	45.9a
連続不耕起区	46.8a

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない  
(Fisher's PLSDによる).

第7表 エンパクの草丈の推移と出穂前の乾物収量(試験2: 2001年3月, 4月).

処理	草丈 (cm)			乾物収量 (kg a <sup>-1</sup> )
	(播種後日数)			
	(139 日目)	(160 日目)	(190 日目)	(190 日目)
連続ロータリ耕区	23.9a	38.8a	91.9a	87.3a
ロータリ跡不耕起区	21.0a	35.6a	84.4b	81.1a
不耕起跡ロータリ耕区	23.8a	40.2a	93.9a	97.6a
連続不耕起区	22.3a	37.6a	86.6ab	95.5a

同一アルファベット間には5%水準で有意差がない (Fisher's PLSDによる).



## 考 察

本試験では夏作トウモロコシは連続不耕起区とロータリ耕跡不耕起区は不耕起跡ロータリ耕区および連続ロータリ耕区に比べてアーバスキュラー菌根菌感染が高まった (第2表). 特に連続不耕起区では他の処理区よりリンの吸収が増加し, トウモロコシは生育後半まで乾物重が多かった (第3, 4表). McGonigle and Miller (1996) や Vivekanandan and Fixen (1991) によって不耕起栽培や省耕起栽培ではトウモロコシの生育初期におけるアーバスキュラー菌根菌感染率が向上し, リン吸収量が増加する結果が報告されている. McGonigle and Miller (1993) は, 不耕起では葉齢5~6葉のトウモロコシのアーバスキュラー菌根菌感染率がプラウ耕に比べ高まることを報告している. また, Jasper ら (1989a, 1989b) は, 土壌の攪乱がない場合にはアーバスキュラー菌根菌菌糸のネットワークが発達し, マメ科のアカシア属植物 (*Acacia saligna* (Labill.) H. Wendl.) では, 播種後20日目にアーバスキュラー菌根菌感染率は最高に達することを明らかにしている. これらの報告は, 不耕起処理によるアーバスキュラー菌根菌の感染の差が生育の早い時期に限り認められている本試験の結果を支持している. 本試験の結果や上述の報告から作物へのアーバスキュラー菌根菌感染は耕起による土壌攪乱の程度と密接に関連していることが推察され, また, 不耕起や省耕起によるアーバスキュラー菌根菌感染の促進は作物の生育初期に限られることが特徴的であるといえる. 一方, ロータリ耕跡不耕起区のアーバスキュラー菌根菌感染率は連続ロータリ耕区や不耕起跡ロータリ耕よりも促進されたものの, 生育促進やリン吸収の増大は認められなかった (第3, 4表). 今後, 不耕起の継続期間や前作の宿主・非宿主作物の違いが土壌攪乱後のアーバスキュラー菌根菌感染の消長に及ぼす影響をさらに検討する必要があると思われる.

夏作トウモロコシと異なり, エンバクの生育・収量に及ぼす耕起法の影響は認められなかった (第7表). また, 本試験での播種後160日目以前のアーバスキュラー菌根菌の感染は調査していないが, 生育初期に相当する時期である越冬後の感染率には耕起法の違いによる差違も見られなかった (第6表). アーバスキュラー菌根菌が宿主作物に及ぼす影響は作物種によって異なることが知られ, トウモロコシなどに比べコムギやエンバク, ジャガイモの生育はアーバスキュラー菌根菌への依存度が低いとされている (Plenchette ら 1983, Mosse 1986). この報告からエンバクの生育・収量に及ぼす耕起法の影響が認められなかった要因には, エンバクではアーバスキュラー菌根菌の感染による生育への影響は小さいとも考えられた. しかし, 寒地の重粘土で栽培された夏作エンバクでは, ロータリ耕よりも土壌攪乱の少ない溝切り耕の方が生育促進される結果が得られている (渡辺ら 1987). また, エンバクと同じイネ科のオオムギでは, 露地より温度的に恵まれている温室実験

において土壌の攪乱がアーバスキュラー菌根菌感染を阻害することが報告されている (Evans and Miller 1988). アーバスキュラー菌根菌胞子の発芽 (Daniels and Trappe 1980, Siqueira ら 1985, 小林 1988) や感染 (Schenck and Smith 1982, Raju ら 1990) には適温が認められ, 前者は15℃以上, 後者は25℃以上で向上すると言われていることから, 夏作に比べて地温が低い冬作ではアーバスキュラー菌根菌の活動が不活発になり, 土壌攪乱の影響が見られなかったと考えられる. すなわち, 温度が適温である夏作では播種前にアーバスキュラー菌根菌菌糸のネットワークが既に発達しているのに対して, 冬作として圃場で行った本試験ではエンバクの播種が気温の低下しつつある10月下旬であることから低温により同菌の発芽や菌糸の伸長・再成長が抑制され, 耕起法の違いがアーバスキュラー菌根菌のネットワーク形成の差異につながらなかった可能性がある.

今後, トウモロコシやエンバク以外の作物についても検討を必要とするが, 温暖地の黒ボク土において夏作のトウモロコシへのアーバスキュラー菌根菌感染は不耕起で促進されるが, 生育初期の短い期間に限られ, 初期生育の促進は収量増をもたらさなかった. また, 冬作のエンバクへのアーバスキュラー菌根菌感染には耕起法の違いが見られず, 低温によるアーバスキュラー菌根菌の活性低下が関与している可能性が示唆された.

## 引用文献

- Black, R. L. B. and P. B. Tinker 1977. Interaction between effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza and fertiliser phosphorus on yields of potatoes in field. *Nature* 267 : 510–511.
- Daniels, B. A. and J. M. Trappe 1980. Factors affecting spore germination of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus Epigaeus*. *Mycologia* 72 : 457–471.
- Dick, W. A. and D. M. V. Doren, Jr. 1985. Continuous tillage and rotation combinations effects on corn, soybean and oat yields. *Agron. J.* 77 : 459–465.
- Evans, D. G. and M. H. Miller 1988. Vesicular-arbuscular mycorrhizas and the soil-disturbance-induced reduction of nutrient absorption in maize I. Causal relations. *New Phytol.* 110 : 67–74.
- Gavito, M. E. and Miller M. H. 1998a. Changes in mycorrhiza development in maize induced by crop management practices. *Plant and soil* 198 : 185–192.
- Gavito, M. E. and M. H. Miller 1998b. Early phosphorus nutrition, mycorrhiza development, dry matter partitioning and yield of. *Plant and soil* 199 : 177–186.
- 畠中哲哉・塩崎尚郎 1987. 簡易耕の導入に伴う土壌の変化と畑作物の反応. 土壌の物理性. 54 : 2–12.
- Jasper, D. A., L. K. Abbott and A. D. Robson 1989a. Soil disturbance reduces the infectivity of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 112 : 93–99.
- Jasper, D. A., L. K. Abbott and A. D. Robson 1989b. Hypae of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus maintain infectivity in dry soil, except when the soil is disturbed. *New Phytol.* 112 : 101–107.

- Kabir, Z., I. P. Halloran, J. W. Fyles and C. Hamel 1997. Seasonal changes of arbuscular mycorrhizal fungi as affected by tillage practice and fertilization : Hyphal density and mycorrhizal root colonization Plant and Soil, 192 : 285–293.
- 金沢晋二郎 1995. 持続的・環境保全型農業としての不耕起栽培 畑作物の収量と土壌の特性. 土肥誌. 66 (3) : 286–297.
- Karasawa, T., Y. Kasahara, and M. Takebe 2000. Variable response of growth and arbuscular mycorrhizal colonization of maize plants to preceding crops in various types of soils. Soil. Fert. Soils. 33 : 286–293.
- 小林紀彦 1988. *Gigaspora margarita* 胞子の発芽に影響をおよぼす要因について. 土と微生物. 31 : 13–28.
- 小林紀彦・新海一禎・平田熙 1990. VA 菌根菌と草本植物. 植物栄養実験法編集委員会編 日本土壌肥科学会監修植物栄養実験法. 博友社, 東京. 100–113.
- McGonigle, T. P., and M. H. Miller 1993. Mycorrhizal development and phosphorus absorption in maize under conventional and reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J., 57 : 1002–1006.
- McGonigle, T. P., and M. H. Miller 1996. Mycorrhizae, phosphorus absorption, and yield of maize in response to tillage. Soil Sci. Soc. Am. J., 60 : 1856–1861.
- Mosse, B. 1986. Mycorrhiza in a sustainable agriculture. Biol. Agric. Hort. 3 : 191–209.
- Nakamoto, T., J. Yamagishi, H. Oyaizu, T. Funahashi, E. Frossard and A. mozafar 2001. The spatial variability patterns of maize growth and root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in a small field. Plant Prod. Sci. 4 (3) : 249–254.
- 南條正巳 1986. 可給態リン酸. 土壌標準分析・測定法委員会編 日本土壌肥科学会監修土壌標準分析・測定法. 博友社, 東京. 127–133.
- 小川和夫・竹内豊・片山雅弘 1988. 湿性火山灰土壌における簡易耕の導入が土壌の諸性質と作物の生育に及ぼす影響. 北海道農試研報. 150 : 57–90.
- Plenchette, C., J. A. Fortin and V. Furlan 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. Plant and Soil, 70 : 199–209.
- Raju, P.S., R.B.Clark, J.R. Ellis and J.W. Maranville 1990. Effect of species of VA-mycorrhizal fungi on growth and mineral uptake of sorghum at different temperatures. Plant and Soil, 121 : 165–170.
- 齋藤雅典 1992. 菌根菌の観察 分離と同定. 土壌微生物研究会編 新編土壌微生物実験法. 養賢堂, 東京. 297–311.
- 坂井直樹 1988. 不耕起栽培の研究現状 (I) —作物収量への影響—. 農作業研究 23 (3) 179–188.
- Schenck, N. C. and G. S. Smith 1982. Responses of six species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their effects on soybean at four soil temperatures. New Phytol. 92 : 193–201.
- Siqueira, J. O., D. M. Sylvia, J. Gibson and D. H. Hubbell 1985. Sopres, germination, and germ tubes of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Can. J. Microbiol. 31 : 965–972.
- 白木一英・山本泰由 2003. 温暖地における畑作付体系の違いがアーバスキュラー菌根菌の密度と後作物の生育・収量に及ぼす影響. 日作紀 72 (2) : 158–168.
- Vivekanandan, M. and P. E. Fixen 1991. Cropping system effects on mycorrhizal colonization, early growth, and phosphorus uptake of corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 55 : 136–140.
- 渡辺治郎・西宗昭・小川和夫・石田博 1987. 重粘性土壌における簡易耕の導入. 北海道農試研報. 148 : 139–156.

**Effect of Reduced Tillage Relation to Arbuscular Mycorrhiza Development on the Growth of Maize and Oat in an Andosol Field in Central Japan** : Kazuei USUKI<sup>1)</sup>, Hiroyuki YAMAMOTO<sup>2)</sup>, Junko TAZAWA<sup>2)</sup>, Kazuyuki MATSUO<sup>2)</sup> and Hiroyuki TSUJI<sup>1)</sup>.

(<sup>1)</sup> National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Memuro 082-0071 Japan; <sup>2)</sup> National Agricultural Research Center)

**Abstract** : This study was conducted to determine whether or not mycorrhizal colonization and the growth of maize and oat in andsol field are influenced by reduced tillage. Both crops were grown under four tillage combinations; continuous rotary tillage from previous season, no-tillage followed by rotary tillage, rotary tillage followed by no-tillage and continuous no-tillage from the previous season. The population of AM fungi was not significantly influenced by these tillage treatments. The early-season colonization of AM fungi on corn roots was significantly stimulated by no-tillage treatment, irrespective of preceding tillage treatment. Although the continuous no-tillage treatment enhanced the growth of maize, it had no significant effects on the final yield. On the other hand, none of the tillage treatments had any particular effect on the colonization of AM fungi on oat roots or the growth of the oats. It seems reasonable to conclude that the no-tillage system stimulated colonization of AM fungi and enhanced the early growth of maize, but none of the tillage systems affected the infection with AM fungi of oats roots in this andsol in central Japan.

**Key words** : Arbuscular mycorrhizal fungi, Maize, No-tillage, Oat, Rotary tillage.