

## 島根県でのサツマイモ栽培における窒素固定内生菌の効率的利用 一屋上薄層緑化圃場で栽培したサツマイモの窒素固定活性について、 サツマイモ内生窒素固定菌の群集構造について一

農林生産学科 教授

井藤 和人

### 目 的

サツマイモには窒素固定内生菌が共生するため貧栄養土壌でも栽培が可能であるとされる。しかし、その窒素固定の寄与程度や土壌条件との関係など明らかでない点が多い。サツマイモは挿穂を定植して栽培するが、挿穂と圃場の双方の細菌が微生物群集構造に及ぼす影響についても不明である。島根県においては、県内最大のサツマイモ生産団地である出雲市西浜地区や高糖度のサツマイモの六次産業化を推進している飯南町宇山地区などでサツマイモが栽培されているが、それらにおける内生菌の共生状況は明らかでなく、優れた窒素固定菌を分離し、それを利用できれば、生産性の向上と化学肥料の削減による有機農業の推進が期待できる。

そこで、本研究では上記地域におけるサツマイモ種苗の共生微生物の状況を調査するとともに、同じ栽培条件下で同品種の他産地の苗の生育・収量・糖度を比較し、窒素固定内生菌がそれら形質に及ぼす影響を明らかにする。一方、共生菌による窒素固定には圃場の窒素条件が影響すると考えられるため、西浜地区に隣接する神西砂丘農場で施肥条件を変えて窒素利用と内生菌への影響を実証的に評価し、窒素固定内生菌を効率的に利用し、多収で良食味なサツマイモを生産するための技術を開発する。

### 研究成果

#### (1) 生長に伴うサツマイモ各部位における窒素固定活性（アセチレン還元活性）の推移

生物資源科学部 3 号館屋上の薄層緑化圃場に 4 つの育苗農家から購入した 3 品種のサツマイモ苗の定植（6 月）し、収穫期（10 月）まで栽培した。活性は梅雨明けから 9 月にかけて高くなる傾向があり、また、栽培期間を通して地上部（葉・茎）よりも地下部（地下茎・根・塊根）の活性が高かった。各部位の重量を考慮した総活性は塊根で最も高く、サツマイモ全体の総活性の大部分を占めた。また、同じ品種のサツマイモでも総活性は育苗農家間で差があり、同じ育苗農家のサツマイモでも品種間で差があった。サツマイモに内生する窒素固定細菌の群集構造やその性質が育苗環境や品種に影響を受けていることが示唆された。さらに、同じ品種の育苗農家間および同じ育苗農家の品種間で 9 月の総活性と収穫期の塊根重量および総窒素量との間には有意な正の相関があり、サツマイモ内生菌の窒素固定が収量および総窒素量に寄与したことが示唆された。

#### (2) サツマイモ塊根内の窒素固定活性（アセチレン還元活性）の分布

サツマイモの塊根で高い窒素固定活性が認められたが、育苗農家と品種が同じであっても、塊根ごとに活性が大きく異なっていた。そこで、塊根の中の窒素固定活性の分布が一樣でないことが原因ではないかと考え、1 つのサツマイモ塊根を縦横に 16 分割し、さらに、それらを「皮」、「師部」、「周囲」、「芯」に分け、それぞれの窒素固定活性を測定したところ、いずれの育苗農家や品種でも「皮」のほとんどの部位で活性が検出された一方で、「師部」、「周囲」、「芯」においても、「皮」と同様に検出頻度が高いサツマイモの種類もあった。また、「皮」、「師部」、「周囲」、「芯」に限らず、局所的に活性の高い部位があり、根塊の一部を用いた活性測定では、その結果に影響を及ぼすことが示唆された。また、活性の検出

頻度が高かった「皮」については、根塊を表面殺菌して活性を比較することで、窒素固定菌のほとんどが「皮」の表面に付着していることが示唆された。

### (3) サツマイモ内生窒素固定菌の群衆構造の解明

9月に採取したサツマイモ塊根からDNAを抽出して、*nifH*（ニトロゲナーゼ還元酵素の遺伝子）に特異的なプライマーを用いたPCRで増幅したDNA断片の塩基配列を比較したところ、4つの塊根（3育苗農家の2品種）で、同じ科に属する3属の細菌の*nifH*に相同性が高い塩基配列が検出された。それらと同じ育苗農家で比較すると、近縁種は品種間で異なっていた。また、同じ品種で比較すると、育苗農家によって近縁種が異なるものと、育苗農家が異なっても近縁種が同じであるものがあった。以上の結果は、サツマイモに内生する窒素固定菌は特定の科の細菌に偏っていること、また、1つの根塊内では特定の種が優占していることを示唆している。育苗農家や品種の違いに応じて特異的な窒素固定菌が内生していることも示唆される。

## 社会への貢献

窒素固定細菌は空気中の窒素をニトロゲナーゼによって固定し、植物が利用出来る形態に変化させることができる。従って、作物と共生する窒素固定細菌を効率的に利用することにより、化学肥料の使用を低減させ、低投入で持続的な作物生産が期待できる。サツマイモに特異的に内生する優れた窒素固定細菌を探索し、土壌の種類や施肥条件など栽培環境に応じたサツマイモと内生窒素固定細菌との相互作用のメカニズムを明らかにしてそれらを効率的に利用することができれば、生産性の向上と化学肥料の削減による有機農業の推進が期待できる。

## 次年度に向けた検討状況

内生菌による窒素固定がサツマイモの生産性に寄与しているのかについて圃場試験で再度検証する。窒素固定活性と同位態窒素の取り込み率の関係を明らかにする。各種サツマイモの活性の高い部位からそれぞれの品種に特異的な窒素固定菌を分離し、接種実験により、それらの働きやサツマイモとの相互作用のメカニズムを明らかにする。苗から収穫期に採取し、保存してある各種サツマイモの塊根、根や茎などにおける*nifH*を調べることで、内生窒素固定菌群のサツマイモ内分布や変動、特異性など生態学的な特性を明らかにする。また、サツマイモ内の*nifH*の発現を調べることで実際に機能している内生窒素固定菌群を明らかにする。

## 学会発表等

1. 足立文彦・門脇正行・井藤和人：島根県での共生細菌を利用したサツマイモ栽培—生育促進効果と食味への影響— 中山間地域センターフェア
2. 足立文彦・門脇正行・井藤和人 島根大学サテライトキャンパス in 飯南
3. 足立文彦・塩飽 司・大橋慶輔・安田 登・門脇正行・井藤和人：挿し穂の生産者の違いがサツマイモの物質生産に及ぼす影響 第239回日本作物学会講演会（神奈川）

## 外部資金

科学研究費補助金（挑戦的萌芽研究）部分接木サツマイモの増収未知機作の解明