

## 1. 研究の背景及び経緯

植物は、大気汚染物質である窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）等を吸収／吸着することが知られており、高速道路壁面や工場周辺を緑化することで大気汚染物質の除去／拡散防止が期待されています。ヒメイタビ(*Ficus thunbergii* Maxim)はクワ科イチジク属のつる性常緑樹で、気根を出して壁面を這い上がる性質をもっており、壁面緑化に適した植物です（図1）。植物を用いて効率よく大気汚染浄化を行なうには、植物の能力を改良することが必要です。イオンビームは、効率良く突然変異を誘発することから、新しい遺伝資源の創出に有用であることが示されています。そこで、広島大学と原子力機構は、ヒメイタビにイオンビームを照射し、窒素酸化物浄化能が向上した突然変異株の育成を目指し、平成12年から共同研究を開始しました。



図1 壁面を覆うヒメイタビ（左：全体図、右：拡大図）

## 2. 研究内容

大気汚染物質として、車や工場の排気ガスに含まれている二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）に注目しました。二酸化窒素は窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）の一つで、光化学スモッグの原因となる光化学オキシダント\*<sup>5</sup>を生成する都市大気汚染の主要物質です。本研究では、無菌的に生育させたヒメイタビの外植片に炭素イオンビームを照射し、その外植片を培養することで再分化体を得ました。再分化体を順化した後、二酸化窒素浄化能が親植物に比べて高い突然変異株の選抜を試みました。

大気中の二酸化窒素は、植物の葉に取り込まれると無機イオン（硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>と亜硝酸イオンNO<sub>2</sub><sup>-</sup>）に解離し、その後、植物の葉に存在する硝酸還元系酵素（硝酸還元酵素NR、亜硝酸還元酵素NiR）等により有機窒素（アミノ酸やタンパク質などの有機窒素化合物）にまで代謝されることが知られています（図2）。そこで、葉に取り込まれた

二酸化窒素由来の全窒素量（二酸化窒素の総取り込み量）と有機窒素量（取り込まれた二酸化窒素のうち代謝された量）を定量し、突然変異体選抜の指標としました。具体的には、安定同位体 $^{15}\text{N}$ で標識した二酸化窒素（ $^{15}\text{NO}_2$ ）を1 ppmの濃度(都市大気中濃度の10-20倍)で植物体に8時間曝露しました。その後、葉を回収、洗浄、乾燥後、元素分析計/安定同位体比質量分析計で定量しました。全窒素量は、乾燥植物試料粉末から直接定量しました。有機窒素量は、乾燥植物試料粉末をケールダール分解<sup>\*6</sup>した後、定量しました(図3)。

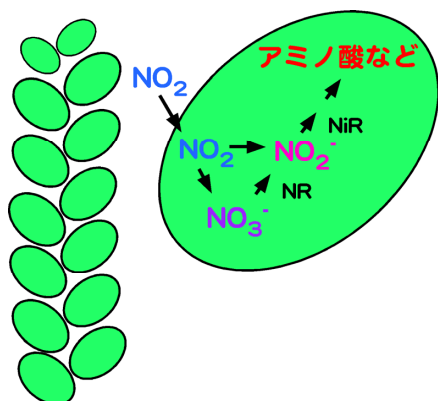


図2 植物の葉における二酸化窒素( $\text{NO}_2$ )の代謝

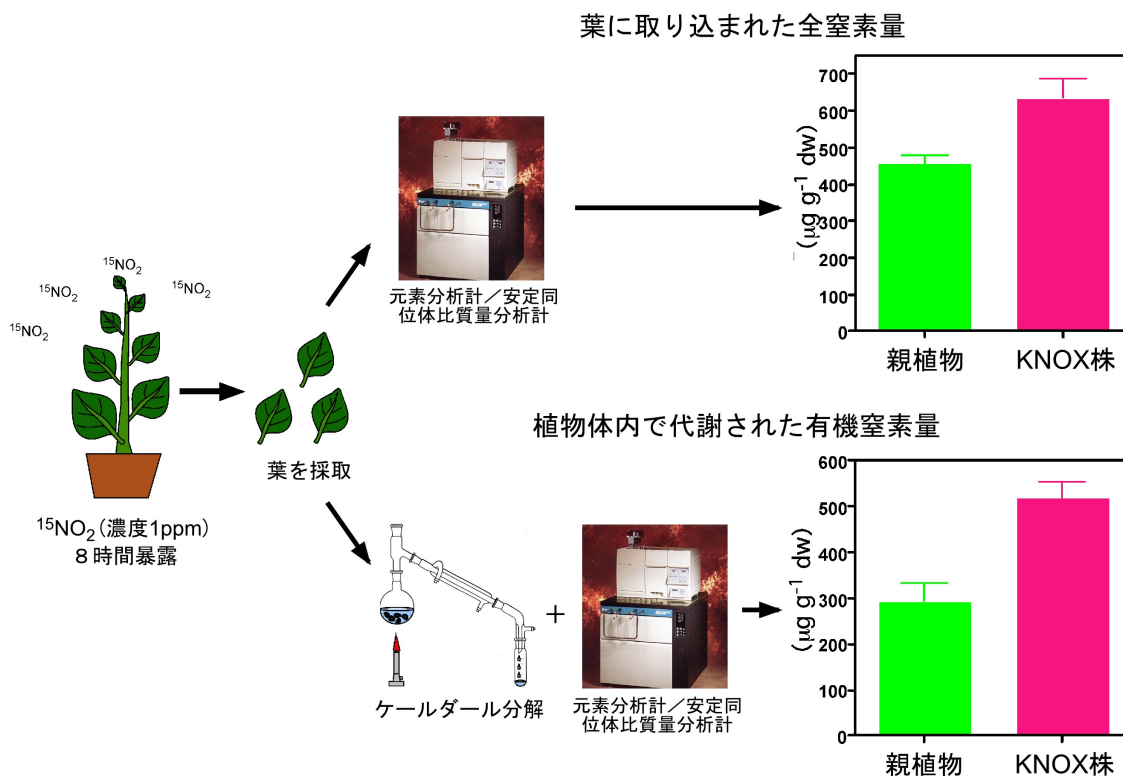


図3 植物に取り込まれた二酸化窒素( $\text{NO}_2$ )由来窒素の定量

以上の方法でイオンビームを照射した約 25,000 の外植片から得られた約 500 個体を分析した結果、親植物に比べて二酸化窒素吸収／代謝能が 40～80%向上した突然変異株の選抜に成功しました（図 3）。この突然変異株から挿し木で増殖した植物体でも同様な結果が得られ、形質が安定していることから、名称「KNOX（ノックス）」（仮称）として農林水産省に品種登録出願しました。ヒメイタビ KNOX 株は、親植物と外観や生育上の差異は認められず、壁面緑化植物としての適性は失われていません（図 4）。

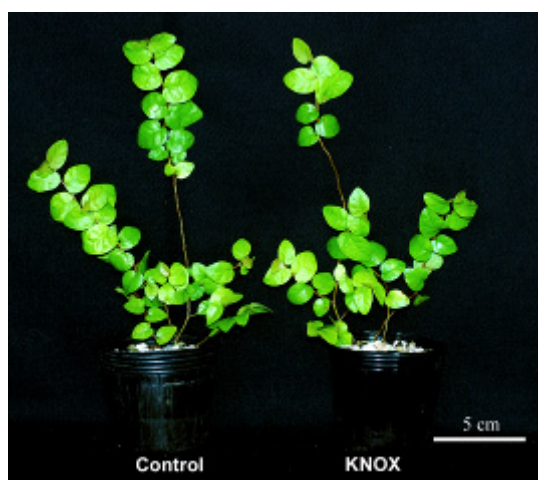


図 4 左：親植物、右：KNOX 株

### 3. 成果の意義

イオンビーム育種により、二酸化窒素浄化能が向上した植物品種の育成が可能であることが示されました。この結果は、イオンビーム育種技術が、植物の環境浄化能の向上にも役立つ育種法であることを示しています。本研究で得られたヒメイタビ突然変異体 KNOX 株は植物による環境浄化（ファイトレメディエーション<sup>\*7</sup>）の即戦力になると期待されます。

## 用語説明

### 1. イオンビーム

原子から電子を剥ぎ取った原子核（イオン）を加速器を用いて光速の数分の一程度にまで高速に加速したものです。植物の種子や培養組織に照射することにより、DNAに作用し、人為的に突然変異を起こすことができます。

### 2. イオンビーム育種

イオンビームを植物に照射して突然変異を誘発することで新品種を生み出す品種改良手法です。イオンビームが効率よく突然変異を起こすことから、今までに得られていなかった形質を含めて、幅広いバリエーションを作出することが可能です。

### 3. 二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)

物質の燃焼に伴い大気中の窒素と酸素が反応して発生する赤褐色の空気より重い気体です。呼吸器疾患の原因になると同時に光化学オキシダント生成や酸性雨の原因にもなる代表的な大気汚染物質です。日本の環境基準は、一日平均値が 0.04-0.06 ppm の範囲内またはそれ以下であることと定められています。

### 4. ヒメイタビ

本州、四国、九州、沖縄に分布するクワ科イチジク属の常緑蔓性低木で、街路樹として用いられています。気根を壁面におろして壁面つたいに生育し、また、葉が長さ 1～2 cm と小さいために壁面緑化に適しています。

### 5. 光化学オキシダント

自動車や工場などから排出される大気中の窒素酸化物や炭化水素が太陽光（紫外線）を受けて光化学反応を起こすことにより生成される二次汚染物質のことで、光化学スモッグの原因となります。

### 6. ケールダール分解

19 世紀にドイツ人ケールダールによって開発された、生体内に含まれるアミノ酸などの有機化合物中に含まれる窒素(有機窒素)を定量する方法です。

### 7. ファイトレメディエーション

植物を利用して環境を修復する技術の総称で、植物を表す接頭語であるファイト(phyto)と修復という意味のレメディエーション(remediation)を組み合わせ、ファイトレメディエーションと呼ばれています。修復速度は遅いですが、大気中や土壤に広がった汚染物質を持続的に分解除去できる方法として期待されています。