

平成 21 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究(A)  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17208001  
 研究課題名（和文） 遺伝子組換え植物のバイオセーフティーとリスクコミュニケーション：環境耐性事例展開  
 研究課題名（英文） Biosafety and Risk Communication on Transgenic Plants: Application on Abiotic Stress Tolerances  
 研究代表者  
 渡邊 和男 (WATANABE KAZUO)  
 筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授  
 研究者番号 90291806

## 研究成果の概要：

環境耐性（耐塩性）に特化した生物多様性影響評価基準及び手法の検討及び実験試行し、更なる手法の開拓を行い、遺伝子組換えユーカリの第一種使用について2申請事例計6イベントを文部科学省へ申請を行った。文部科学省傘下での初めての申請事例となり、環境耐性遺伝子組換え植物の環境リスク管理体系へ繋がる独自の分野開拓の基盤を構築した。この経験でジャガイモ等での第一種使用でのリスク管理と耐性の研究の基礎ができた。

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	10,300,000	3,090,000	13,390,000
2006年度	10,600,000	3,180,000	13,780,000
2007年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
2008年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
年度			
総計	35,400,000	10,620,000	46,020,000

研究分野：農学（植物遺伝学）

科研費の分科・細目：農学・育種学

キーワード：育種学、遺伝子組換え、リスク評価、耐塩性、耐乾性、環境、植物、バイオテクノロジー

## 1. 研究開始当初の背景

遺伝子組換え生物に対する一般社会の容認度だけでなく、世界各国の認知や組織的対応は未だ高くない(Watanabe et al. Science 305:1572, 2004). 一方、組換え体生物の利用は国際法的には容認され、また閉鎖系での遺伝子組換え微生物のように幅広く産業に利用され、認知されているものも多い。さらに、生物多様性条約の下で、カルタヘナバイオセーフティー議定書(Cartagena Protocol on Biosafety, CPB)が合意され、これに基づき遺伝子組換え生物の国際間の移動が2003年から行われている。CPBにより国際法的強制と国内法による義務

化が進んでいる。また、WTO や商業化と関係して、組換え生物の安全性評価や検出法の国際標準化が検討されており、各国で国内法の整備を迅速に行ってゆくための組換え生物の環境に対する安全性の評価項目や検出方法の規準の実験研究、研修やリスクコミュニケーションが危急に要求されている。文部科学省でも緊急措置として、少額の調査資金を平成15年度より暢達し筑波大学が委託をうけているが、短期間で法制の支援基盤となる情報を得るための研究運営資源や特に教育、啓蒙及び能力構築に関する国際協力についての人的資源の不足が懸案されている。組換え生物の環境に対する安全性の評価

項目や検出方法の規準については、北米での実施例は多数存在することは周知の事実である。しかし、北米でも環境安全性の評価項目の基本ガイドラインは存在するが、検出方法の規準化はされていない。一般的には、遺伝子組換え生物が、invasive species として既存の生態系や生物多様性のバランスに影響を及ぼさないかどうかを視点を絞った環境影響の評価項目が、現実的であることが国際的な認知事項である。ところが、上記観点から逸脱した生物学的に要理を得ない評価項目等や、ケースに応じ対応すべきオプショナルな事項もある。また、既存の知見は体系化されておらず、これらの整備と実際に評価を実施するうえでの参考規準の設定等により、評価結果の解釈への誤解が生じないような配慮が、国際世論の中では望まれ、現実には規準の標準化がCPBやWTO等で検討されている。組換え体の環境影響（生物多様性影響評価）の評価項目は、いまだ固定したものではなく、現在も進化しているといえる。北米での事例項目が該当地域に条件が限られていたり、最初の例であったため過度の配慮がなされていることや一方、EUでの項目は極端すぎる場合がある。これらを鵜呑みにして適用することは、研究開発や商業活動実施に際して、不具合が生じる場合もありえる。産業に適合した様態等に合わせた総合的なモデルケースや規準が必要となる。規模、費用、人手や手間等に関して、産業化に向けて実施できる内訳であるべきで、これには常に産業界や農業の現場等のフィードバックが必要になると考えられる。

上記のような世界的現況で、耐塩性のように、環境ストレス耐性を誘導する遺伝子組換え植物の環境影響評価項目については、一般的な見解がない。一方、その使用による環境修復や農業の持続性への貢献は多きいため、早急に特化した生物多様性影響評価項目や具体的評価技法の確立が必要である。

世界的な実施実例を参考にした簡易化や実験研究に特定した手続きの簡素化を今後考慮すべきである。一方、先に述べたように、前例のないものや各国の特質的な課題については、十分な各論的対応が学際総合的な活動として望まれる。例えば、耐塩性など環境耐性については、沢山の研究例はあるが、世界的に第一種使用（解放系での栽培）での実験研究は未だ少なく、情報の構築や特化したリスク評価基準の推奨が必要となる。そして、これまでの除草剤耐性や耐虫性に適用されてきた評価基準についても環境耐性では緩和や修正できる場合も有るので事例ごとの検討が必要となる。risk assessmentだけではなく、risk-benefit 評価も盛り込む必要性が国際世論であがっている。なお、北

米との通商摩擦がからみ、組換え体作物の受容について反発が強かったEUにおいても、加盟国の間での調整が進み、新しいEU directives によって、2004年には幅広くEUで特定の組換え作物の栽培が承認されていることから、社会受容を考慮した研究開発基準、安全性管理、能力構築プログラムを修正検討する必要があった。

## 2. 研究の目的(サブテーマ)

- (1) 各国での環境耐性遺伝子組換え植物の環境リスク評価の現状の把握と要素の調査解析
- (2) 環境耐性（耐塩性）に特化した生物多様性影響評価基準及び手法の検討及び実験試行
- (3) 前記のうち特定用件の実験研究による手法改良あるいは開拓
- (4) 既存の耐塩性遺伝子組換え体植物を使用した生物多様性影響評価の実施
- (5) 上記のプロセスに関わるリスクコミュニケーションのあり方の検討と実施策の提唱

## 3. 研究の方法

### サブテーマ(1) 各国での環境耐性遺伝子組換え植物の環境リスク評価の現状の把握と要素の調査解析

#### 小課題(a) 国際法や取り決めに関する環境影響評価基準の整備

**概要：**データベース検索と国連大学の機能を生かし、CBD事務局、カルタヘナ議定書運営作業部会、国連専門機関(UNIDOのICGEB)やUNEP-GEFなどとの情報/意見聞き取りを行う。

#### 小課題(b) 個別機関や政府での環境耐性遺伝子組換え植物の環境リスク評価の現状の調査

### サブテーマ(2) 環境耐性に特化した生物多様性影響評価基準及び手法の検討及び実験試行

**概要：**サブテーマ(1)の検討や他のサブテーマからのフィードバック及び上記研究協力支援機関との諮問を得て、環境耐性遺伝子組換え植物についての生物多様性影響評価基準及び手法の科学技術的な試験検討を行う。DREB1A1を導入したジャガイモ2系統及びcholine oxydase 遺伝子を導入したユウカリ3系統について、耐塩性の評価技法及びサブテーマ(3)を補完するため耐塩性組換え体に特化した環境影響評価詳細評価手法及びこれらの簡易化について植物生理学的及び分子生物学的に検討する

### サブテーマ(3) 特定用件の実験研究による手法改良あるいは開拓

**概要：**耐塩性に伴う環境影響の可能性として土壌生態系への関係が一番大きく予測され

る。土壤微生物の多様性などの評価法を検討する。平成17年度は、これまで蓄積を得ている土壤微生物多様性の評価法について行う。T-RFLP、RISA や microarray などが考えられるが、これに関り簡易化できる手法を検討する。

#### サブテーマ(4)既存の耐塩性遺伝子組換え体植物を使用した生物多様性影響評価の実施

**概要：**該プロジェクトで対象となる上記ジャガイモ2系統及びユウカリ3系統について環境影響評価温室での試験行い検討する。ユウカリについては、現在筑波大学隔離ほ場での栽培を目指した第1種使用の大臣確認審査を文部科学省に申請する。これを受けて平成17年度及びH19年度には、ユウカリについて種々の項目について隔離ほ場での生物多様性影響評価を開始する。

#### サブテーマ(5) リスクコミュニケーション

##### のあり方の検討と実施策の提唱

**概要：**社会受容の促進により、植物科学の特に遺伝子工学分野における研究開発の国際競争力及び国際産業化を進展させるための社会科学での投資経済、ビジネスや法律規制、人文科学の倫理学やコミュニケーション等と自然科学が融和した体系的方策とこれに呼応する日本の協力体制の提言を行うために、現状を把握するための調査研究をサブテーマ(1)と同様な手法で行う。

#### 4. 研究成果

**サブテーマ(1)** カルタヘナバイオセーフティ一議定書の締約国会議(第3回ブラジル 2006年3月, 第4回ドイツ 2008年5月)及び国際バイオセーフティ学会(2006年9月韓国及び2008年11月ニュージーランド)に参加した。やOECD加盟国そしてアジア近隣諸国の規制及び研究プログラムを訪問した。表1にあげるような総括的な見解が得られた。日本のみが偏った規制と遅い見直しで、研究開発が過剰に抑制されている可能性があることが示唆された。また、国際協調や支援の必要性も個別の発表論文で指摘した。

表1: 国際バイオセーフティ学会の締約国会議に参加した国/地域の規制と研究プログラムの比較表

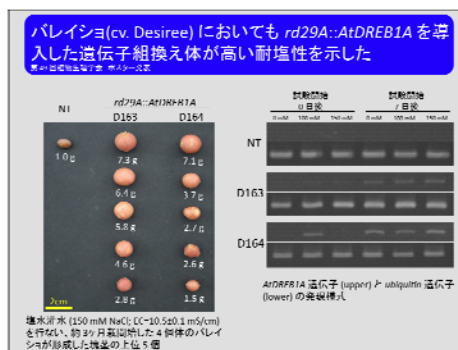
国/地域	規制 (Y/N)	研究プログラム (Y/N)	注
日本	Y	N	厳格な規制と遅い見直し
ブラジル	N	Y	柔軟な規制と積極的な研究
ドイツ	N	Y	柔軟な規制と積極的な研究
韓国	N	Y	柔軟な規制と積極的な研究
ニュージーランド	N	Y	柔軟な規制と積極的な研究
オーストラリア	N	Y	柔軟な規制と積極的な研究
中国	Y	N	厳格な規制と遅い見直し
インド	Y	N	厳格な規制と遅い見直し
米国	N	Y	柔軟な規制と積極的な研究
EU	Y	N	厳格な規制と遅い見直し
その他	Y/N	Y/N	規制と研究プログラムの状況

○: 規制あり, △: 規制あり/研究あり, ×: 規制あり/研究なし

#### サブテーマ(2)から(4)

**ジャガイモ：**DREB1A1 を導入したジャガイモ2系統については、図に示す様に評価系の経験と分子生物学的な基盤、リスク評価情報など第一種使用申請を行う基盤と生物多様性影響評価でのリスクの恐れがないことがわ

かった。なにより、導入耐性誘導遺伝子により、海水の1/4程度の濃度でも十分に塊茎形成される事がわかった。そして、これらを支援する遺伝子群の候補研究の基盤も着込みがいった。



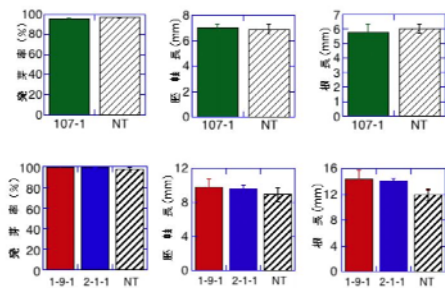
#### ユウカリ：

codA を導入した *E. camaldulensis* については、耐性の評価作業系は、下図に示す様に大量評価計ができた。また、H17年より栽培を隔離ほ場で行っている。当該試験は、耐性3系統について、隔離ほ場での生物多様性への特に土壤微生物層の安定性について影響評価を行ってきた。ここで異なる手法での土壤微生物多様性を検討し、簡易手法により一時的評価と酵素活性と RISA 法による確認評価法の体系化した。

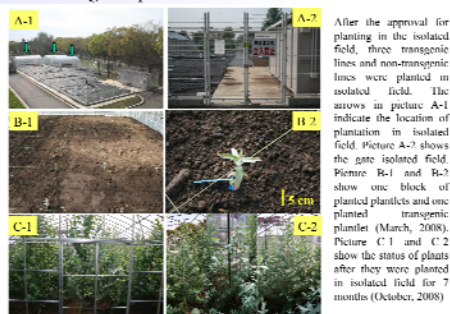


codA を導入した *E. globulus* について増殖、発根の良好な4系統について先行して耐塩性の確認試験を行ったところ、程度の差はあるが3系統についてコントロールと比較した耐塩性が認められた。これらの系統について、特定網室における栽培試験により非組換え体と比較して生物多様性への影響が増加していないことを確認し、平成19年7月に主務省庁(文科省、環境省)への第1種使用申請を行った。平成20年2月に使用が認可され、3月に隔離ほ場への植栽を行った。現在までのところ、組換えユウカリ苗は、順調に生育しており、顕著な生物多様性への影響は認められていない。

生物多様性影響評価2(サンドイッチ検定)



VX. Transgenic plants in isolated field



サブテーマ(5) リスクコミュニケーションのあり方の検討と実施策の提唱

リスク対話と社会受容促進のアプローチとして、学内でのバイオカフェや学外NPOとサイエンスカフェを行い、これらからの手法の考案を行った。個別の成果は、Chenらの論文数報に報告されている。また、カルタヘナバイオセーフティー議定書の傘下で、2007年10月31日及び11月1日にアジア圏で正規教育基盤での理解促進を図る為の意見交換の会議アジア諸大学の代表者を筑波大学に招きを実施した。また、Okada/watanabeの論文にあるように、社会責任や倫理的観点の提言を作り、幅広く国際社会に問いかけた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 37 件)

- (1) Khan M.S., X. Yu, A. Kikuchi, M. Asahina, Kazuo N. Watanabe 2009. Genetic engineering of glycine betaine biosynthesis to enhance abiotic stress tolerance in plants. *Plant Biotech.* 26: 125-134. (査読有)
- (2) Kikuchi, A. (1 番目), K. N. Watanabe (6 番目) 計 6 名 2009. Allelopathy assessments for the environmental biosafety of the salt-tolerant transgenic *Eucalyptus camaldulensis*, genotypes *codA* 12-5B, *codA* 12-5C and *codA* 20C. *J. Wood Sci.* 55(2): 149-153 (査読有)
- (3) Shimazaki, T., A Kikuchi, R. Matsunaga, K. Kato, T. Shimada and K. N. Watanabe 2009.

Establishment of a homogenized method for environmental biosafety assessments of transgenic plants. *Plant Biotechnol.* 26: 142-148. (査読有)

(4) Yu X., A. Kikuchi (2 番目), K.N. Watanabe (10 番目) 計 10 名 2009. Establishment of evaluation system of salt tolerance on transgenic plants in the special netted-house. *Plant Biotechnol.* 26:135-142. (査読有)

(5) Chen, C-H., Y. Sassa and Kazuo N. Watanabe 2008. Modality identification and application of the elements required for science communication activities: The Bio-e-café as a case study. *Koueki Gakkai* 8(1): 7-17(査読有)

(6) Fan, P., Xudong Gap and K. Watanabe 2008. Technology strategies of innovative Chinese domestic companies. *Int. J. Technol Global*, 3:344-363. (査読有)

(7) Fan, P. and K. N. Watanabe 2008. Technology strategies of innovative Chinese domestic companies. *Int. J. Technology and Globalisation*, 4(2) 148-169. (査読有)

(8) Kamada, H. (計 5 名 5 番目) 2008. Environmental risk assessment of genetically modified chrysanthemums containing a modified *cryIAb* gene from *Bacillus thuringiensis*. *Plant Biotech* 25:17-29 (査読有)

(9) Kikuchi, A., K. Watanabe, Y. Tanaka and H. Kamada 2008. Recent progress on environmental biosafety assessment of genetically modified trees and floricultural plants in Japan. *Plant Biotech* 25:9-15. (査読有)

(10) Mimura, M., K. E. Lelemen, T. Shimazaki, A. KIKUCHI, K. N. Watanabe et al. 2008. Impact of environmental stress-tolerant transgenic potato on genotypic diversity of microbial communities and soil enzyme activities under stress conditions. *MICROBES ENVIROMENT* 23(3) 221-228. (査読有)

(11) Okada, Y, and K. Watanabe 2008. Social responsibility for the use of genes, genomes and biotechnology in biotechnology companies: A commentary from the bioethical viewpoint. *J of Commercial Biotech* 14: 149-167. (査読有)

(12) Okada, Y, and K. Watanabe 2008. Rationalization of the genes as a corporate stakeholders based on international laws. *J of International Biotechnology Laws.* 5: 103-112. (査読有)

(13) 小野道之 2008. 遺伝子リテラシー教育

における高等学校等での教育目的遺伝子組換え実験の普及と教材キットの有効性について. 科学教育研究 32:219-226. (査読有)

(14) 渡邊和男2008. 生物多様性条約カルタヘナバイオセーフティー議定書第4回締約国会議の所見. バイオサイエンスとインダストリー 66 (7): 407-410. (査読有)

(15) Kikuchi A. (2番目), K. N. Watanabe (6番目) 計6名 2007. *Arabidopsis rd29A::DREB1A* Enhances Freezing Tolerance in Transgenic Potato Plant Cell Reports. 26(8): 1275-1282, (査読有)

(16) 佐々義子, 渡邊和男, 須田英子, 陳佳欣 2007. 「サイエンスコミュニケーションにおけるバイオカフェの展望～トラストの構築におけるバイオカフェの有効性とその評価」公益学会 7: 46-56(査読有)

(17) Behenam, B., A. Kikuchi, F. Celebi-Toprak, S. Yamanak, M. Kasuga, K. Shinozaki, & K. N. Watanabe 2006. The *Arabidopsis DREB1A* gene driven by the stress-inducible *rd 29A* promoter increases salt stress tolerance in proportion to its copy number in tetrasomic tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) Plant Biotech. 23(2): 169-177. (査読有)

(18) Chen, C-H., Y. Sassa, E. Suda and K. N. Watanabe 2006. Biosafety system frameworks for living modified organisms in Japan and Taiwan. Plant Biotechnology 23: 539-546(査読有)

(19) Emura, K., S. Yamanake, H. Isoda & Kazuo Watanabe 2006. Estimation of different genotypes of plants based on DNA analysis using Near-infrared (NIR) and fourier-transorm Infrared (FT-IR) spectroscopy, Breed Science, 56: 399-403. (査読有)

(20) Kikuchi A, Sanuki N, Higashi K, Koshiha T, Kamada H. 2006. Abscisic acid and stress treatment are essential for the acquisition of embryogenic competence by carrot somatic cells. Planta. 223:637-645 (査読有)

(21) 菊池彰、河岡明義、島崎孝嘉、于 翔、海老沼宏安、渡邊和男 2006. 耐塩性ユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. CodA 12-5B, 12-5C, 20-C) の形質安定性と環境影響評価試験. 育種学研究 8:17-26. (査読有)

(22) Watanabe, S., T. Sano, H. Kamada, & H. Ezura 2006. Reducing gene flow from pollen dispersal of genetically modified plants in special screened greenhouse. Plant Biotech 23:129-135. (査読有)

(23) Oto, M., M. Ono, H. Kamada 2006. Gene literacy education in Japan - Fostering

public understanding through practice of hands-on laboratory activities in high schools. Plant Biotechnology 23:339-346. (査読有)

(24) 佐々義子・渡邊和男2006. 遺伝子組換え作物の受容のプロセス. 育種学研究 8: 99-105. (査読有)

(25) 渡邊和男 2006. 生物多様性条約カルタヘナバイオセーフティー議定書第3回締約国会議の所見. バイオサイエンスとインダストリー 64 (5): 293-295. (査読有)

(26) Watanabe, S., T. Sano, H. Kamada, & H. Ezura 2006. Efficacy of a special screened greenhouse covered by duplex fine mesh in reducing maize outcrossing. Plant Biotech 23: 387-394. (査読有)

(27) K. N. Watanabe (計8名8番目)2005. Single copy *DREB1A* gene and *rd29A* promoter of *Arabidopsis thaliana* induces high level of tolerance to salt stress in the transgenic tetrasomic tetraploid potato, *Solanum tuberosum* cv. Desiree. Breed Sci.. 55(3): .311-320(査読有)

(28) Fujimura, T. (計4名4番目) 2005. Contribution of inorganic components to osmotic adjustment and leaf folding for drought tolerance in pearl millet. Physiologia Plantarum 125:474-489. (査読有)

(29) 池田成志, 伊藤希, 渡邊和男. 核酸多型解析を用いた遺伝子組換え植物の土壌微生物相影響評価法. 育種学研究 7:25-33 (2005)(査読有)

(30) K. N. Watanabe (計5名5番目)2005. Applications of Biotechnology for Improvement of Millet Crops: Review of Progress and Future Prospects. Plant Biotechnology 22(2): 81-88. (査読有)

(31) Okusu, H. & K. N. Watanabe 2005. Regional focus on GM crop regulation. Science 308: 1409. (査読有)

(32) Umehara, M., I. Eguchi, D. Kaneko, M. Ono, H. Kamada. 2005. Evaluation of gene flow and its environmental effects in the field. Plant Biotechnology 22:497-504. (査読有)

(33) Sinebo W. and K. N. Watanabe 2005. The fate of politically modified crops in Afirca. Plant Biotechnology 22(3): 185-193. (査読有)

(34) 渡邊和男2005. 遺伝子組換え作物の拡散制御技術と利用管理. 遺伝 59(3) 72-78. (査読無)

(35) 渡邊和男 2005. 遺伝子組換え作物についての世界的概況と日本の状況. 近畿作物育種学談話会報 50:15-19. (査読有)

(36) 渡邊和男 2005. 生物多様性条約カル

タヘナバイオセーフティー議定書と今後の運用について。FFI ジャーナル 210(7):609-614. (査読有)

(37) Watanabe, K.N., Y. Sassa, E. Suda, C. H. Chen, M. Inaba and A. Kikuchi 2005. Global political, economic social and technical issues on transgenic crops. *Plant Biotechnology* 22: 515-522 (査読有)

[学会発表] (計 38 件)

(1) K.E. レッルメン、于 翔、菊池彰、渡邊和男 耐塩性遺伝子組換えユーカリの土壌微生物相に及ぼす影響。日本育種学会第 115 回講演会。つくば市 2009 年 3 月 28 日

(2) 島崎 高嘉、朝比奈 雅志、菊池 彰、圓山 恭之進、篠崎 和子、渡邊 和男 2009. マイクロアレイ法を用いた遺伝子組換えバレイショにおける AtDREB1A 遺伝子の下流因子の探索。日本植物生理学会第 50 回大会。名古屋市 2008 年 3 月 22 日

(3) 菊池 彰、渡邊 和男 2009. GM植物の研究目的第一種使用の現状と課題。日本育種学会第 115 回講演会。つくば市 2009 年 3 月 28 日

(4) 菊池 彰、渡邊 和男 (2 番目 5 番目計 5 名) 特定網室における耐塩性遺伝子組換えジャガイモの生産性評価試験。日本植物生理学会第 49 回大会。札幌市 2008 年 3 月 21 日

(5) 菊池 彰、渡邊 和男 (7 番目 8 番目計 9 名) 耐塩性組換えユーカリ・グロビュラスの開発と野外試験。日本植物細胞分子生物学会第 26 回大会。吹田市 (大阪大学) 2008 年 9 月 1 日

他 33 件

[図書] (計 3 件)

(1) 渡邊和男・渡邊純子. 英語で学ぶ環境科学. コロナ社. ISBN 978-4-339-07882-4 (2008). 総 166 ページ。

(2) Chapman, J. & K.N. Watanabe. Chap 17. 6 Current issues on IP management for health and agriculture in Japan. Pp 1621-1650. In: Krattger, A. ed. MIHR-PIPRA HANDBOOK OF BEST PRACTICES FOR MANAGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY IN HEALTH AND AGRICULTURE. Univ. California, Davis, USA, (2007) (査読有)

(3) Celebi-Toprak, F., J. A. Watanabe and K. N. Watanabe. 2005. Chapter 6: Molecular Markers in Identification of Genotypic Variation. In: Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Vol. 2: "Potato" (Eds. M. K. Razdan & A. K. Mattoo), Science Publishers Inc., USA. 117-140p, (査読有)

[その他]

平成 21 年度科学技術分野文部科学大臣表彰受賞 (2009. 04. 14)

<http://www.tsukuba.ac.jp/topics/20090417180650.html>

科学技術賞理解増進部門

渡邊和男教授・菊池 彰講師

業績名：遺伝子組換え植物のリスク管理と研究開発の理解の普及啓発

総合科学技術会議において、遺伝子組換えユーカリの研究成果を福田首相らに紹介 2007.

<http://www.tsukuba.ac.jp/topics/20071105184824.html> 10 月 29 日に、首相官邸で行われた第 70 回内閣府総合科学技術会議において、本学の渡邊和男教授 (生命環境科学研究科, 生命産業科学専攻, 遺伝子実験センター) 及び菊池彰講師 (同) が行っている「耐塩性遺伝子組換えユーカリの研究」が、議長の福田総理以下、町村内閣官房長官、岸田科学技術政策担当大臣、渡海文部科学大臣、甘利経済産業大臣、額賀財務大臣、若林農林水産大臣など関係閣僚や有識者議員に、披露された。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡邊 和男 (WATANABE KAZUO)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授  
研究者番号: 90291806

### (2) 研究分担者

菊池 彰 (KIKUCHI AKIRA)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・講師  
研究者番号: 00400648

鎌田 博 (KAMADA HIROSHI)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授  
研究者番号: 00169608 (2005～2007 年度;

2008 年度連携研究者)

藤村 達人 (FUJIMURA TATSUHIRO)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授  
研究者番号: 70292513 (2005～2006 年度;

2007～2008 年度 連携研究者)

大澤 良 (OHSAWA RYO)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・准教授  
研究者番号: 80211788 (2005～2006 年度;

2007～2008 年度 連携研究者)

### (3) 連携研究者

小野 道之 (ONO MICHYUKI)

筑波大学・大学院生命環境科学研究科・准教授  
研究者番号: 50201405

### (4) 研究協力者

朝比奈 雅志 (ASAHINA MASASHI, 2008 年度)

三村 真紀子 (MIMURA MAKIKO, 2006～2007 年度)