

CODEN : BTEEEC

TECHNO NEWS

〈生 研 機 構〉

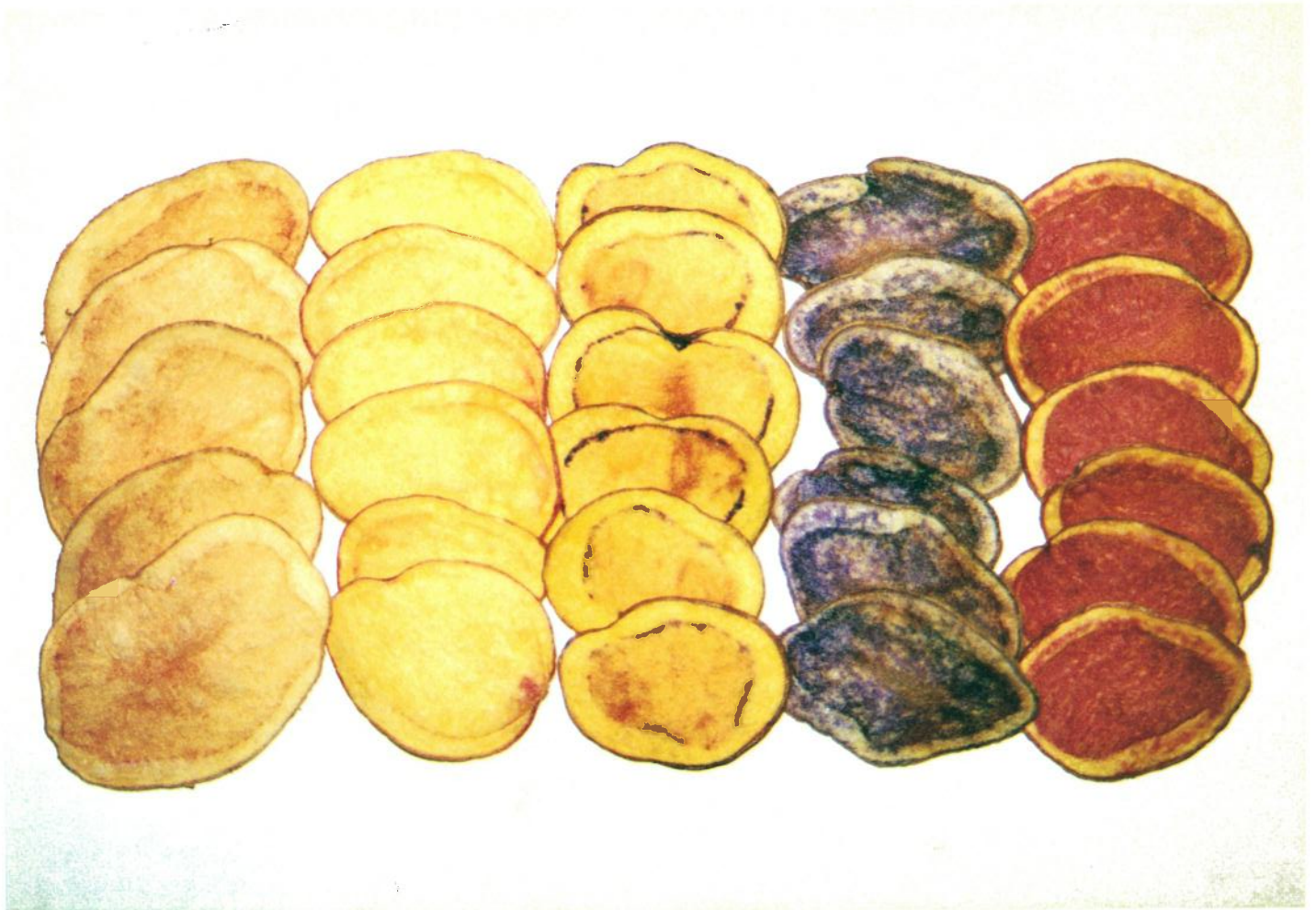
ブレインテクノニュース

第 66 号

BRAIN

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution

MARCH 15, 1998



カラフルポテトを原料とするポテトチップスの試作 (本文19ページ参照)

赤と紫はアントシアニンによる着色, 黄はカロチノイドによる着色

発行=生物系特定産業技術研究推進機構

総 説

山川修治

大規模エルニーニョは日本の農業生へどのような影響を及ぼすか? …… 1

国内情報

河野友宏

哺乳類の発生における雌雄ゲノムの役割 …… 5

谷 茂

農業用施設の地震災害低減を目指して

— ため池防災データベースの開発と防災面への応用 — …… 9

兼松聡子

果樹に病原性を示すホモプルス属菌の DNA 診断法 …… 12

安田公昭・坪田 宏・斎藤仁信・水上春樹

機能性担体を用いた農用地の窒素対策技術の開発と実用化

— 2, 3 の提案 …… 15

地域の先端研究

森 元幸

カラフルポテトを創る

— アントシアニン, カロチノイド含有ばれいしょ品種の育成 — …… 19

井上耕介

ニホンナシ新品種「おきゴールド」の作出 …… 23

文献情報

細胞質型ホスホリパーゼ A₂ 欠損マウスにおける繁殖力低下と虚血性脳損傷 …… 26

雄の生殖機能の中のエストロジェンの役割 …… 27

アラビドプシスにおける抵抗反応シグナルが収束すると予想されるタンパク質 (*NDR 1*) …… 27

海外便り

谷合幹代子

生物殺虫剤としての組換えバキュロウイルスの改善に関する研究

— カリフォルニア大学ディビス校での 2 年間 — …… 29

大規模エルニーニョは日本農業へ どのような影響を及ぼすか？

農林水産省 農業環境技術研究所

山川 修治

1997年春に始まったエルニーニョ現象は瞬く間に今世紀最大規模にまで達した。そのインパクトは世界各地に及びつつあるが、日本への影響は果たしてどのようなかたちで現れ、展開していくのだろうか？ 1997年は冷夏の予想に反して暑夏となった。そして、1997～98年の冬は、一過性の寒波の到来はあったが、暖冬傾向で推移した。今後、1998年の梅雨季～夏季には北日本を中心に冷害前線・台風絡みの集中豪雨が懸念される。

1. エルニーニョ現象とは

通常、太平洋の熱帯海域では、貿易風（偏東風）の影響を受けて赤道海流が東から西へ流れている。そのため太陽エネルギーで暖められた海水は西へ運ばれ、インドネシアやフィリピン近海では海面水温（SST）が高くなる。一方、東太平洋のペルー沖などでは深層からの冷たい湧昇流がみられ、また高緯度海域からの寒流の流入もあって、SSTは低くなっている。

しかし、なんらかの原因で貿易風が弱まったり、「西風バースト」¹⁾と呼ばれる突風が太平洋熱帯海域で吹くと、太平洋西部に溜まっていた暖水が東へ広がる。ペルー沖などの湧昇流も起こらなくなり、SSTは急激に上昇する。それがエルニーニョ現象である。大規模なエルニーニョ現象は世界規模で異常気象を生ずるなど、大きな波紋を広げる。

2. なぜ1997年は冷夏にならなかったか？

1997年春季に発生したエルニーニョ現象は、初夏には既に今世紀最大規模に達していた²⁾。そこで気象庁は過去の統計から、冷夏と予測

したが、現状はむしろ暑夏傾向となった。

その第一の要因は、エルニーニョが急発達したにもかかわらず、フィリピン近海に残留していた暖水塊であった。一般に、エルニーニョ現象時には、フィリピン近海のSSTは平年を下回るのだが、1997年夏季には例外的に平年を上回っていた。これが相次ぐ台風の発生、日本上陸（6月2個、7月1個）となって現れた。台風の影響を受け、小笠原高気圧（GH）が発達し、東日本はその影響圏内に入った。その結果梅雨前線（BF）は通常東西走向とは異なる北東～南西の走向となり、上記の暖水域からの湿舌と呼ばれる暖湿気流が西日本方面へ流入したこともあいまって、九州などで7月上旬の5日間に1,000mmを超えるような集中豪雨となった。

第二の要因はチベット高気圧（TH）の北偏強化であった。これは6～7月に顕在化し、北朝鮮・中国東北区の干ばつ、東欧の大雨（THでブロックされた低気圧による）を招いた。6月にはTHの一部は東に張り出し、BFを北上させ、本州のカラ梅雨と北海道の高温乾燥をもたらした。その時期にTHが発達したのは、北半球でも進行したオゾン破壊が一因と考えられる。

3. 1997～98年のエルニーニョ現象の近況

1997年秋季を経過してもエルニーニョは最大級レベルを維持し²⁾、監視海域(4°S～4°N, 150～90°W)でSSTの平均偏差は11月に+3.6°C, 12月に+3.4°C(史上1, 2位)を記録, 大規模エルニーニョは2年目に突入した。

1998年1月上～中旬, オーストラリア東北東の海域で, サイクロン(台風と同じ熱帯低気圧)が3つも東西に並んだ。折しも, 関東甲信越地方に大雪(1/15甲府:最大積雪49cm, 1月の記録更新, ブドウに雪害発生)をもたらした低気圧が日本の南岸を東進し, その寒冷前線が南方洋上を南下した。シベリア高気圧から吹き出した季節風の一部は, 日本列島付近からはるばる赤道を越えて, サイクロン群にまで達した。そのとき太平洋西部・中部の赤道周辺海域で西風バーストが吹いた。この突風によって, 成熟期に入っていたエルニーニョ現象は再び強化され, 今後も少なくとも数か月は継続する見通しとなった。

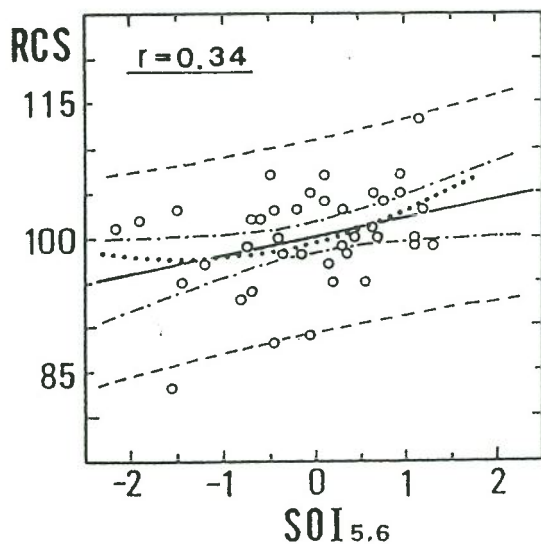


図1 SOIと全国平均水稲作柄(RCS)との関係
SOIは南方振動指数でタヒチとダーウィンの地上気圧差から求められる。マイナスの値が大の場合がエルニーニョ現象に対応する。5～6月の平均SOIとRCSの関係を示すので, 収穫の数か月前に概略の動向を予測できる。

4. 日本の農業への影響は?

そこで心配されるのが, 世界の気候へのインパクトである。ここでは, 日本の農業への影響に焦点を絞って述べる。

一般に, エルニーニョ現象と日本の水稲生産との間には関係が認められる³⁾(図1)。概して, エルニーニョ年には水稲生産は減産になる傾向がある。それはエルニーニョ年に日本が冷夏になりやすいためである⁴⁾。

まず, 北日本に冷夏をもたらす気圧配置は図2のようにまとめられるが, 主役はOHと日本付近に停滞するBFである。これらは梅雨季～夏季の気候系にとって重要な位置を占める。

上記の通り, エルニーニョが卓越し始めると, 通常より低SSTのフィリピン近海では対流活動が弱くなり, その北東方のGHも弱める⁴⁾。すると, 東アジアでは典型的な夏型気圧配置になりにくく, BFの日本付近への停滞を招く。

一方, OHは北日本の特に太平洋側に冷湿なヤマセを吹かせるため, 冷夏の元凶とされる。エルニーニョ年には暖冬傾向が強いが, その後を受け, 春季にはユーラシア大陸上の積雪は例年より少量に留まり, 早く融雪が進行するため, 急速に地温が上昇する。蒸発熱が奪われ, 涼風が吹くこともあろうが, 土壌水分の減少とともに, ますます地表面とその付近が昇温する。そして高温のユーラシア大陸と低温のオホーツク海との間に位置する極東域において, 偏西風が大きく北へ蛇行しやすくなる。その結果形成されるのがOHである。

両者の影響を受けて, 前年より始まったエルニーニョ現象が成熟した2年目には, 冷夏になりやすいと解釈される。

OHやGHなどで構成される地上の気圧系は, 上空500hPa(対流圏中層, 高度約5,500m)の大気大循環によって支配されている。その500hPa循環と地上気圧系との間には因果関係があり, しかも時間差発現とな

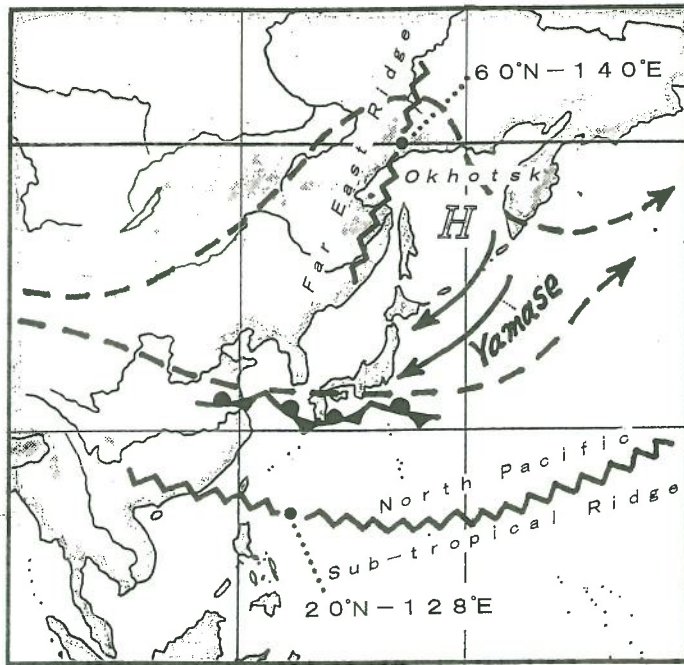


図2 北日本冷夏型気圧配置の典型的パターン
YPI(*)の指標2地点を示す。Hと実線の流線は地上，Ridge(気圧の峰)と破線の流線は上空500hPa面。極東リッジがOHを生じ，亜熱帯リッジが日本付近に梅雨前線を停滞させる。

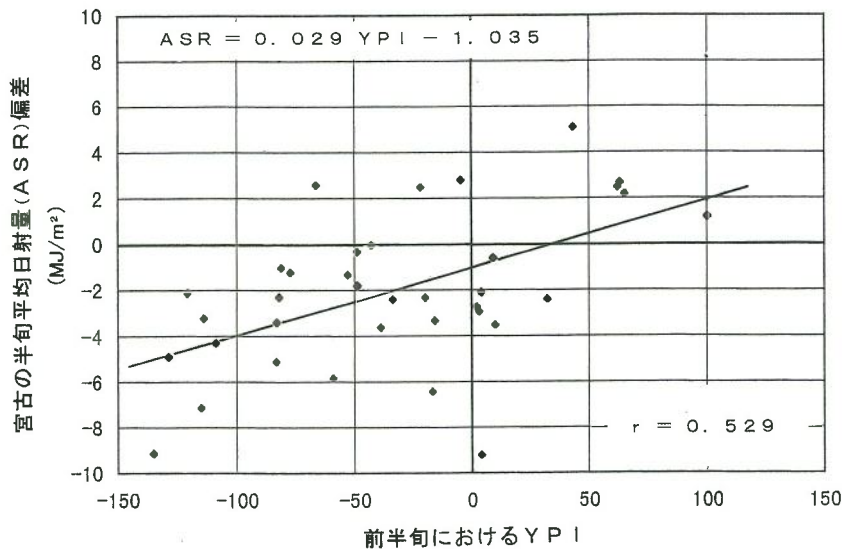


図3 1995年4～9月の半旬別YPIと次半旬の宮古における日射量の年偏差と(MJ/m²)の関係
YPIは暖候季を通じての指標となりうる。対象が半年に及ぶので日射量(ASR)は偏差を用いた。他年も同様の関係が求められている。

る(高層が先行)ため、ヤマセ吹走の予測に使うことができる。そこで、YPI(Yamase Predictive Index)なる指数を考案した⁵⁾。

$$YPI = -\delta H_N - (\sigma_N / \sigma_S) \cdot \delta H_S \dots\dots(*)$$

ここで、 δH_N 、 δH_S はN点(60°N-140°E)およびS点(20°N-128°E)における500hPa面高度の年偏差値である。また、 σ_N 、

σ_S は両地点における同偏差値の標準偏差で、 (σ_N / σ_S) はそれらの変動差を補正する係数である。

その関係を1995年4～9月(暖候季)の36半旬(180日間)についてみたのが図3である。両地点の高度偏差がプラスに偏した場合、その次の半旬(5日後)に、ヤマセが吹き込

み、冷夏型となる。

5. 不順な夏季を控えて

前回の大規模エルニーニョは1982～83年に発生したが、1982年には長崎豪雨、翌83年には山陰豪雨に見舞われたうえ、北海道は大冷夏となった。今回も1997年には鹿児島県出水が集中豪雨と土石流に襲われたが、翌98年の天候推移も憂慮される。

以上のように、北日本を中心に冷夏が懸念されるため、水稻をはじめ、農作物には万全の備えが必要である。対策としては、①冷害に強い品種（例えば「ひとめぼれ」）の割合を増すこと、②播種時期を前後にずらして、危険を分散させること、③約5日前にはヤマセの到来を予測できる(*)ので、深水などきめ細かな管理で乗り切ること、④再生紙マルチなどで保温効果を図ること、⑤窒素の施肥を控え目にする、が挙げられる。

他方、BFの活発化を受け、梅雨末期を中心として集中豪雨の恐れがある。すなわち、梅雨型気圧配置(図2)の出現確率が高まり、かつ、やや東偏気味に発生した台風が北上し、日本付近のBFや秋雨前線を刺激し、大雨を引き起こすことも考えられるからである。

さらに、BFの位置次第で、それを挟んで冷夏/暑夏という「北冷西暑」のパターンになる可能性も多分にあるため、暑夏をも考慮

に入れ、変動の激しい天候に対処できるよう、多作物導入が望ましい。

「喉元過ぎれば…」の格言然り。1993年の大冷夏は、その後の豊作続きで、もはや忘れ去られようとしている。「米余り」といわれ、食味と経済性優先の昨今ではあるが、危機管理は何よりも優先されるべきであろう。

注) 気象庁で作成される週間高層予報図を用いれば、さらに7日ほど先にヤマセの前兆を把握することが可能となる。

文 献

- 1) Philander, S.G. (1990) El Nino, La Niña and the southern oscillation, Academic Press, San Diego, 293pp
- 2) 山川修治 (1997) 世界的な異常気象と農林水産業への影響, ANTENNA, 14: 16-20
- 3) 山川修治 (1993) 気候環境が水稻の収量に与える影響, 気候影響・利用研究会会報, 9: 30-38
- 4) Kurihara, K. (1989) A climatological study on the relationship between the Japanese summer weather and the subtropical high in the Western North Pacific, 気象庁欧文彙報, 43: 45-104
- 5) 山川修治 (1998) 梅雨季から夏季にかけてのヤマセ予測指標 (YPI) の創案, 農業環境研究成果情報, 14

哺乳類の発生における雌雄ゲノムの役割

東京農業大学総合研究所
河野 友宏

哺乳動物では、雌雄どちらか一方のゲノムのみを持つ単為発生胚は産子にまで発生することができない。これは生殖細胞の形成過程で行われる後天的な遺伝子への刷込みにより、雌雄のゲノム間に決定的な差異が生じていることに起因する。最近、われ我はこの遺伝子刷込みを人為的に改変すると、単為発生胚の発生が劇的に延長することを明らかにした。ここでは、遺伝子刷込みと胚発生の関係について考察する。

1. はじめに

成熟した卵子は、受精し胚発生を支持して次世代を作り出すことができる唯一の細胞で、われ我は卵子が持つ能力に改めて感嘆せざるを得ない。有性生殖では雌雄の生殖細胞が融合し胚発生を開始するが、雄雌の生殖細胞には形態的な差異のみならず、遺伝子発現において差異を示すための後天的な機構が仕組まれてきた（遺伝子刷込み：ゲノムインプリンティング）。特に胎生となった哺乳類では、その差異は決定的で、どちらか一方の性に由来するゲノムだけでは決して個体形成を達成できない。その生物学的な意義については、「雌雄ゲノム間の綱引き説」により説明するのが現在のところ最も適切であろう^{1,2)}。すなわち、哺乳類では、雄はより多くの子孫を残すために胎子の成長を促進するよう遺伝子発現を調節し、一方雌は自身の保護のために胎子の成長を押しやえ込むように遺伝子発現を仕向けたとするものである。最近、われ我は卵母細胞のゲノムインプリンティングを改変する卵子構築システムを開発し、胎子の発生に対するゲノムインプリンティングの役割を追求している³⁾。ここではわれ我の成果を紹介しながら、哺乳類における単為生殖が成功しない仕組みについて概説し、単為生殖によ

る個体生産の可能性について考える。

2. 雌核発生胚および雄核発生胚の発生特性

人為的に卵子を活性化する方法が開発され、雌ゲノムのみを持つ雌核発生胚における実験発生的な研究が始まったのは1970年代に入ってからである。1983年に再現性の高い前核置換法がマウスで発表され、雌核発生胚ばかりでなく、雄のゲノムのみを持つ雄核発生胚の作出も可能となった。このエレガントな実験系により、雌雄ゲノム間の機能差は確固たるものとなった。最も詳細に研究されているマウスでは、雌核発生胚および雄核発生胚とも妊娠の10日目までに必ず致死となるが、両者の発生を比較すると興味深い事実が分かった^{4,5)}。雌核発生胚ではおよそ25体節の胎子にまで発生することができるが胎盤組織（胚外胚葉）の発育は貧弱であるのに対し、雄核発生胚では逆に貧弱な胎子と比較的増殖した胎盤組織をもつことが特徴となっている。したがって、雌雄ゲノム間には胚の発生に対し明確な役割分担が存在し、両者が協調して初めて個体発生が成し遂げられていることが分かる。筆者らのB6CBF1マウス胚における結果では、雌核発生胚では90%および雄核発生胚では50%が胚盤胞へ発生し、移植後約10%が妊娠9.5日目（反転後）および8.5日目

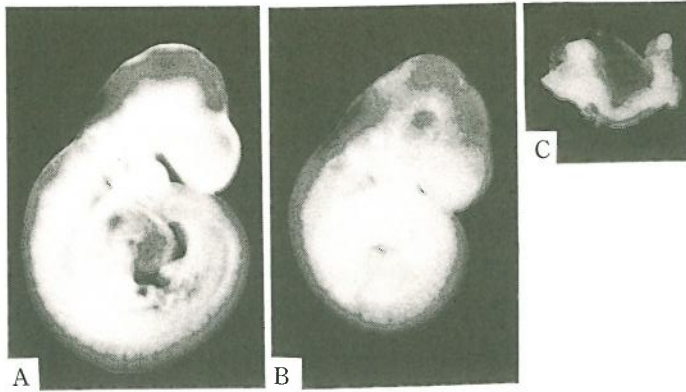


図1 マウスにおける妊娠9.5日目の雌核発生胚および雄核発生胚
A: 受精卵胚 B: 雌核発生胚 C: 雄核発生胚

(反転前)の胎仔にそれぞれ発生する(図1-B, C)。

3. 遺伝子刷込み

一般に、哺乳動物では、父親および母親から由来している相同染色体上に、同じ遺伝子あるいはその対立遺伝子が同一順列で配列されており、メンデルの法則に従い両親のアレルから同等に遺伝子発現が行なわれ個体の形質発現に携わっている。しかし、最近の遺伝子発現調節に関する研究から、メンデルの法則に従わず、父親あるいは母親どちらかのアレルのみから発現している遺伝子(インプリント遺伝子)の存在が明らかにされた。これらの遺伝子は、遺伝病、胚の発生・分化、発ガン等に決定的な影響を及ぼすことが判り、その生物学的な意義が重要視されてきている^{1,2)}。哺乳類において単為発生胚が個体へ発生できない理由は、この遺伝子刷込みの機構により分子生物学的に説明される。雌雄ゲノム間の機能的な差異は、ゲノムが由来する親において生殖細胞が形成される過程で、その性に従ってDNA上に記憶された一次刷込みの結果と考えられる。この一次刷込みが成立する時期および機構については不明な点が多いが、少なくとも生殖細胞が相同組換えを行う前までにその親の世代(父母)でDNA上に刷込まれた記憶が消去され、性成熟に達するまでに自身の性に従った新たな刷込みがおこなわれる可逆的なものでなければなら

い。後天的に遺伝子を修飾する分子機構としては、DNAのCpG配列におけるシトシン塩基へのメチル基の付加がある^{6,7)}。事実、着床後の胎仔においては、*Igf2r*、*H19*、*Snrpn*および*U2afbp-rs*などのインプリント遺伝子のプロモーターを含む上流域で、CpGアイランドのメチル化状態が雌雄で相反していることが知られている。さらに、*H19*遺伝子上流域のある特定領域のメチル化が、遺伝子発現を直接抑制していることが最近明らかにされた。したがって、一次刷込みはインプリント遺伝子のプロモーター領域あるいはその近傍の刷込み領域にメチル基が付加するような(あるいは付加できないような)状況を導きだし、最終的に片側アレルからのみの遺伝子発現を成立させているのであろう。実際に雌方発現遺伝子である*Igf2r*と*H19*のあるメチル化部位について調べたところ、胎生12.5日の始原生殖細胞(Primordial germ cells: PGCs)においては脱メチル化状態であるのに対して、卵母細胞の成長期で高メチル化状態に変わることが分かった。これが一次刷込みであるか否かは別として、卵子形成過程では、何らかの遺伝子修飾が行なわれていることを示す証拠といえる(未発表)。

4. 卵母細胞核の成熟能

卵巣内に移動を完了したPGCsは、数回の体細胞分裂を行った後、胎生の13.5日齢ごろから第一減数分裂前期へと移行する。出生前後に第一減数分裂前期の複糸(diplotene)期に到達すると、性成熟を迎える4週齢まで核相には変化がみられない。つまり、核の細胞周期だけを見れば、出生前後の個体の卵母細胞も、成体の成長した卵母細胞も同一ステージの核を有していることになる。しかし実際には、細胞質が未成熟なために卵子成長過程の後期(マウスでは卵子の直径がおおよそ60 μ m)まで減数分裂を再開することはできない。また、産仔への発生が可能になるのは、22日齢以降のマウスより採取した直

径70 μm 以上の卵母細胞に限られる。もちろん動物の種により卵母細胞の成長の時期や減数分裂の進行は異なるが、他の哺乳動物においても同様に卵子の成長にともなって発生を支持する機能が卵子に備わる。牛では、卵母細胞が110 μm 以上に成長することが要求される。

さて、成熟した卵母細胞の機能は、核と細胞質に区別して考えることができるが、上述したように卵母細胞の核の機能は長い成長過程で獲得されるものであろうか。もし、非成長期の卵母細胞の核が成長した卵母細胞の核と同等の機能をすでに有していれば、雌ゲノムとしての利用価値は大きい。われ我は核移植技術により、非成長期の卵母細胞から直接成熟卵子を構築するシステムを開発し、ゲノムの機能の等価性および一次刷込みの役割について検討している。

5. 一次刷込み改変卵子の作出

われ我は、図2に示した方法により非成長期卵子 (ng 卵子) を成熟した卵細胞質に導入して作出した構築卵子を用い、まず非成長期卵子 (ng 卵子) の核が成熟することが可能か否か検討した。その結果、成体の良く成長した卵母細胞 (fg 卵子) の卵核胞を除去した後、非成長期卵を細胞融合させた構築卵子を体外培養すると、減数分裂が再開され、核膜の崩壊、分裂装置の形成、そして第一極体の放出が行われ、第二減数分裂中期 (MII 期) へと移行することが判明した。さらに、構築卵子の MII 期の染色体を排卵卵子に移植することにより、体外受精および単為発生処置後に前核を形成させることにも成功した。活性化処置卵では、2つの第二極体および2つの雌性前核を形成し、ng 卵子と fg 卵子の半数体ゲノムを持つ胚 (ng/fgPE) となる。一方受精胚は、MII 期の染色体を除去した排卵卵子に、構築胚の ng 卵子由来の MII 期染色体を移植した後体外受精を行なうと、第二極体の放出および雌雄両前核の形成が認められ、ng 卵子と精子 (sp) のゲノムをそれぞ

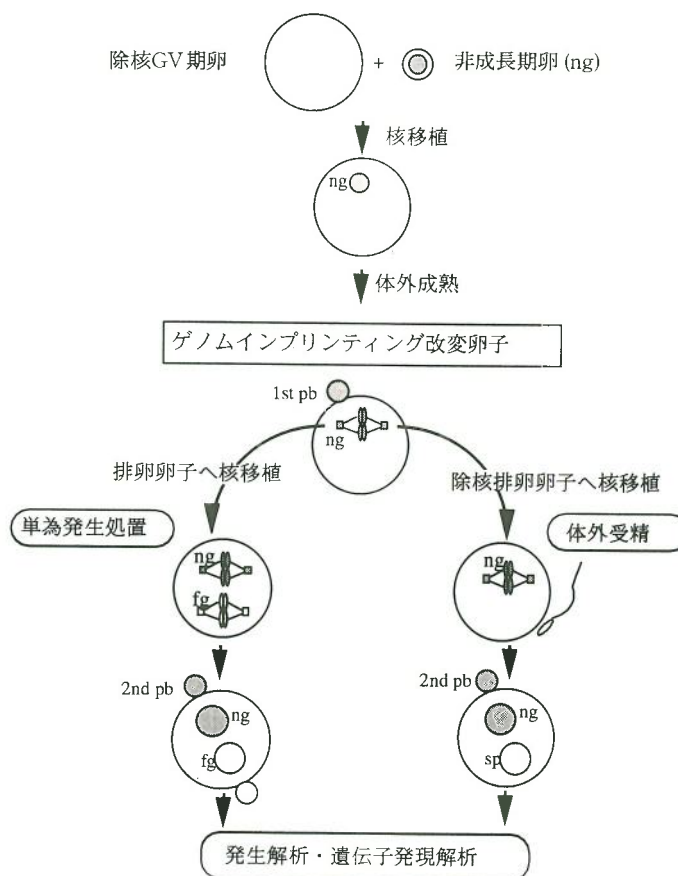


図2 ゲノムインプリンティング改変胚の作出

れ半数体セットに持つ胚 (ng/spFE) が作出可能となった。これらのことから、非成長期卵母細胞の核は、第二減数分裂の中期にまで成熟できる能力を発揮できることが判明した。

6. 一次刷込み改変卵子の発生能

上記の方法により作出されたマウス構築卵子の発生を調べたところ、驚くべき結果が得られた³⁾。まず、ng/fg 胚では、雌ゲノムのみを持っているにもかかわらず、受精卵由来の胎仔と比べほぼ遜色のない妊娠13.5日目の胎仔にまで発生した (図3)。この3.5日間の発生の延長により、この雌核発生胚由来の胎仔はドラマチックなまでの形態形成を遂げ、わずかに体長2mm程の (25体節) 器官形成を始めたばかりであったものが、ほぼ器官形成を終えた体長10mmの立派な胎仔にまで発生したのである。もちろん胚外組織の発育も見事で、良く発達した胎盤が形成された。

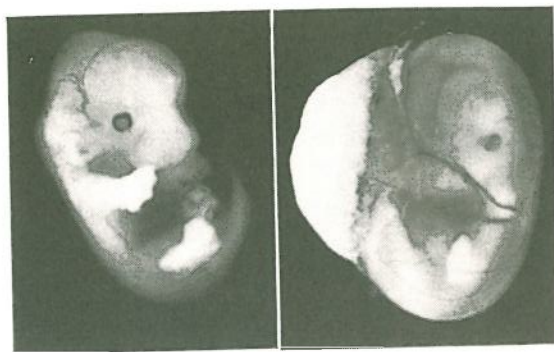


図3 ゲノムインプリンティングを改変した妊娠13.5日のマウス雌核発生胚

一方、この非成長期卵母細胞から構築した成熟卵子を体外受精に供試したところ、胚盤胞にまでは約70%が発生したが、移植後の発生は極めて制限されたものであった。すなわち、移植胚の70%が着床したにもかかわらず、少数例で反転前の妊娠8.5日目に相当する胚が認められたに過ぎない。筆者らの研究室では、除核未受精卵を体外受精して作出した雄核発生胚の発生を検討しているが、非成長期卵母細胞から構築した成熟卵子を体外受精した胚の発生状況は、この雄核発生胚に類似しているように見える。

これらの事実から、卵母細胞の成長期に行われる遺伝子の一次刷込みは、卵母細胞の成長過程で行われ、胚の発生に決定的な影響を与えることが分かる。その後の研究の進展から、構築胚のngアレルから本来雌のアレルからは発現しないインプリント遺伝子が発現していることをすでに突き止めている⁸⁾。したがって、非成長期卵母細胞由来のゲノムから、雄方発現のインプリント遺伝子が発現し、あたかも受精した胚における遺伝子発現の調和が部分的にせよ作り出され、雌核発生胚の発生を延長させたものと考えられる。

これらの事実は、非成長期卵母細胞におけるゲノムの機能が十分に成長した卵母細胞とは決定的に異なっていることを示している。しかし、この遺伝子刷込みの機構の解明がさらに進めば、将来人為的に遺伝子刷込みを調節することが可能となり、ゲノムを雌型あるいは雄型に誘導できるようになるかもしれない。

7. おわりに

われ我が生殖細胞の活用をはかろうとした場合、一般的には成熟した卵子および精子の活用を意味している。したがって、利用できる雌の生殖細胞の数は当然限られている。体外受精技術が成功を取めているが、実際に一個体の卵巣から採卵される卵母細胞の数は数個から多くて2, 30個と少ない。しかしながら、成熟した個体ですら卵巣内にはかなりの数の非成長期および成長過程にある卵母細胞を持つ。たとえば、牛では10~15万の卵母細胞が潜在するとされている。これまで述べてきたように、残念ながら直ちにこれらの卵子を利用することは現状では難しい。今後の研究の進展により、生殖細胞のゲノムの成熟(遺伝子刷込み)機構が解明され、さらに多くの生殖系列細胞の活用が可能となることが期待される。

文 献

- 1) 佐々木 裕 (1994) 細胞工学, 13 : 589-594
- 2) Moore, T. and Reik, W. (1996) *Rev. Reprod.* 2 : 73-77
- 3) Kono, T., Obata, Y., Yoshimizu, T., Nakahara, T. and Carroll, J. (1996) *Nature Genetics*, 13 : 91-94
- 4) Barton, S. C., Surani, M.A.H. and Norris, M.L. (1984) *Nature*, 311 : 374-376
- 5) Surani, M.A.H., Barton, S.C. and Norris, M. L. (1984) *Nature*, 308 : 548-550
- 6) Li, E., Beard, C. and Jaenisch, R. (1993) *Nature*, 366 : 362-365
- 7) Razin, A. and Cedar, H. (1994) *Cell* 77 : 473-476
- 8) Obata, Y., Kaneko, Ishino, T., Koide, T., Takai, Y., Ueda, T., Domeki, I., Shiroishi, T., Ishino, F. and Kono, T. (1998) *Development*, 125: in press

農業用施設の地震災害低減を目指して —ため池防災データベースの開発と防災面への応用—

農林水産省 農業工学研究所

谷 茂

最近、地震によって農業用施設であるため池（灌漑用の小規模アースダム）等に被害が発生して、決壊が生じた場合に下流域の2次災害も懸念されている。特に阪神大震災では1,300以上のため池が被害を受けたことから、ため池の自然災害低減のためのデータベース構築の必要性が強まり、「ため池防災データベース」の構築を行なった。本報文は、今回開発したデータベースの内容とその防災面への応用について述べたものである。

1. はじめに

最近、地震によって水路、農道、ため池（灌漑用の小規模アースダム）等に被害が発生して、近隣の開発が進むことにより、決壊による2次災害も懸念されている。日本ではため池は10万か所以上あり、現存する狭山池（大阪府狭山市）でも、天平14年（742）に生じた地震の痕跡が堤体に見られているように、過去の地震で度々災害を受けている。ため池の災害の原因としては豪雨、融雪、地震があげられるが、特に阪神大震災では、1,300以上のため池が被害を受けたことから、ため池に関する情報のデータベース化の必要性が指摘された。阪神大震災を契機にため池の自然災害低減のために、それまで開発されていたデータベースを基に活断層情報などの既存情報のとりこみ、画像情報への対応を行い、「ため池防災データベース」を構築した。以下に今回開発したデータベースの内容とその防災面への応用について述べる。

2. データベースの内容

今回開発したデータベースの目的は大きく分けて次のようになる。

①日常のため池の改修、維持、管理に関する資料の提供

- ②地震時に、緊急点検を要するため池のリストアップ及びそのため池に関する情報の提供
- ③個々のため池の災害危険度を判定し、改修ため池の選定情報の提供

本データベースの内容は、①個々のため池に関する情報、②地震関連情報、③既存の汎用情報（活断層情報、アメダス情報）から構成されている。ため池に関する情報では堤高・貯水量などの文字情報と図面・写真などの画像情報が入っている。地震関連情報は、本データベースの主な目的である地震時のため池防災に関するもので、地震があった時には震源及びマグニチュードのデータを入力することにより、震央からの距離順のため池及び堤高・位置等の情報が表示・出力される。これにより地震時に点検を要するため池のリストアップ、そのため池のデータ、位置等の情報が短時間にわかり、さらにため池の位置が1万分の1の地図に表示された画像情報からその位置を知ることができる。

また、過去のため池に関する地震被害のデータから、地震によってため池に災害が発生すると予測される範囲は図1に示すものであり、地震規模と震央が決まれば、このデータから災害が予想されるため池の範囲とその一覧、及び図2に示すように震央距離による市町村別のため池の予想被害率が出力される。

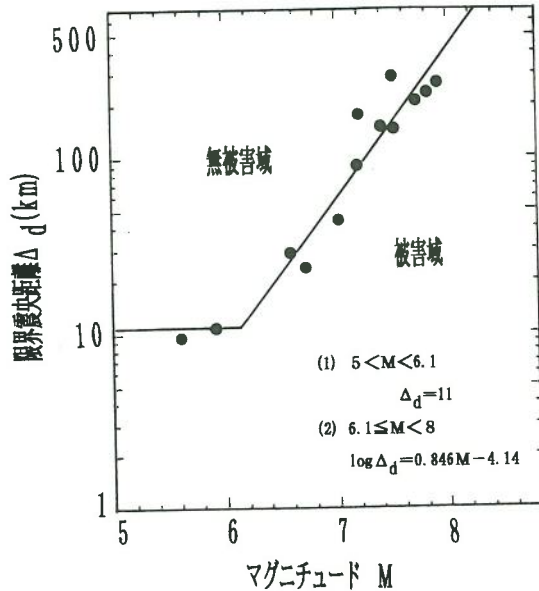


図1 ため池に被害が発生する範囲の予測

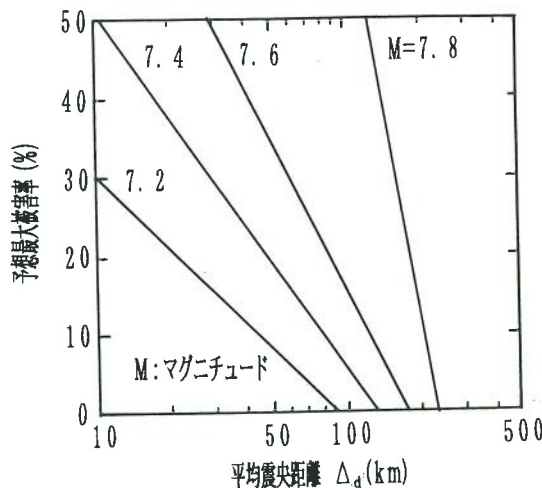


図2 地震規模（マグニチュード）に応じた地区別のため池被害率予測

現時点ではデータの関係から地盤の種類による被害率への影響を考慮できていないため、被害率としては大きめに見積もった結果とな

っているが、今後のデータ蓄積により、より精度の高い情報を提供できるものと考えられる。

既存の汎用情報として国土地理院によって作成された数値地図情報の一部と日本の活断層（東大出版会）のデータ及び過去のアメダス情報が入力されている。活断層検索については、活断層の確実度・活動度の条件及び活断層からため池までの距離を与えることにより、この条件に妥当するため池を抽出することができる。活断層と土木構造物の被災の関係については議論があり定まった結論はないが、ため池の事例では活断層から1 km以内ではそれ以上に較べ被災率が高い傾向があることがわかっている。このため、ため池を改修・強化するときなどに対象となるため池の抽出などに活用できると考えられる。

3. 災害データベース

本データベースでは、ため池データベースの他に災害データベース（以下災害DBとする）をもっていて、個々のため池について複数の被災歴、被災内容をデータベース化することができる。現在この災害DBには阪神大震災で被災を受けたため池約1,300か所の被災データ、被災写真（約3,000枚）及びその後の豪雨によるため池の被災データが納められている。図3は本データベースの表示例で被災ため池の位置と活断層を示したものである。今後、本データベースのデータを解析することにより、地震災害とため池の堤高、

表1 宮城県北部地震におけるため池の被害予測

番号	ため池名	所在地	予測	被災の有無	北緯	東経	震央距離
①	大森平	宮城県鳴子町	有	有	38°51'00"	140°38'30"	6.4
②	田野溜	宮城県鳴子町	有	有	38°49'10"	140°37'10"	9.9
③	田野1号	宮城県鳴子町	有	有	38°48'18"	140°38'27"	11.0
④	田野2号	宮城県鳴子町	有	有	38°48'30"	140°38'30"	11.2
⑤	田野沢	宮城県鳴子町	有	無	38°48'40"	140°37'10"	10.8
⑥	立小路	山形県最上町	無	有	38°45'13"	140°33'27"	16.0

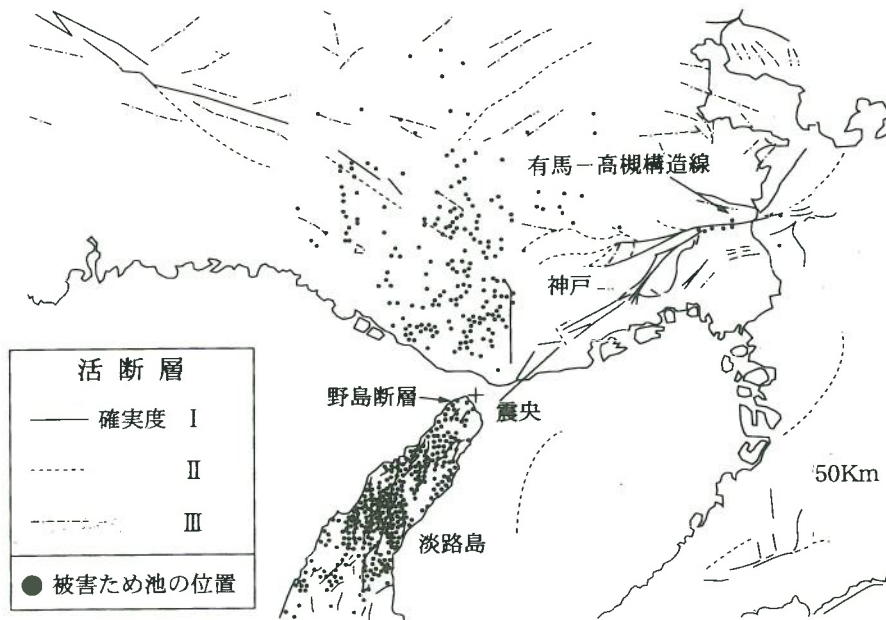


図3 データベースの表示例（阪神大震災で被災したため池と活断層の位置）

地盤種別、活断層との距離等の要因との関係について明らかにすることができると期待される。

4. 「ため池防災データベース」の適用性について

平成8年8月に発生した宮城県北部地震はマグニチュードが5.9の比較的、小規模な内陸型地震であった。防災研究所の「K-NET」によると、鳴子町で464 gal、新庄市で96galの最大加速度が記録されていて、狭い範囲に大きな地震動が発生した。本地震はデータベースを構築してからの初めての地震であった。この地震での「ため池防災データベース」の適用性について以下に述べる。

表1を見るとわかるように、平成8年8月11日3時に発生した地震での災害が予想されたため池の震央距離順のリストを見ると、6つのため池のうち、5つのため池が被災している。今後、他の地震でも検討していく必要があるが、この事例に限っては有効性が確認できた。

5. おわりに

1995年に発生した阪神大震災では多くの農

業構造物、特にため池に大きな被害が発生した。ため池の数は全国で10万か所以上あり、災害時に個々のため池に関する情報の提供、被害の可能性のあるため池のリストアップ等を行い、点検を行い新たな2次災害を防ぐことが重要である。このために、ため池防災データベースの構築を行った。ため池9万か所の入力を目指して現在入力が行われていて、現在6万か所になっている。本データベースの機能を活用することにより耐震強化の必要なため池の抽出も可能となる。

現在、OSの変更、ため池までの経路案内のためのナビゲーションシステムの導入などの地図の高精度化、入力項目の追加、防災研究所による「K-NET」の地震情報の取込みなどの機能向上を行なっていて、今後も防災に役立つデータベースの確立に努めていきたい。

文 献

- 1) Tani, S. (1996) Damage to earth dams, Soils and Foundations, Special Issue
- 2) Tani, S., Ushikubo, K. and Harima, S. (1996) Creating of database of small earth dam for natural disaster reduction, International Conference on NATURAL DISASTER REDUCTION '96

国内情報

果樹に病原性を示すホモプシス属菌の DNA診断法

農林水産省 果樹試験場

兼松 聡子

果樹に病原性を示すホモプシス属菌のDNA診断を、形態での判別が困難な種を中心に行った。その結果、ナシ胴枯病菌、モモホモプシス腐敗病菌、リンゴ胴枯病菌は同じであり、その中にはそれぞれ2種類の菌が存在することが判明した。これら2種は接種試験、交配試験においても別の種類であることが確認された。カンキツ黒点病菌、ブドウつる割れ病菌、ブドウ枝膨病菌、西洋ナシ胴枯病菌はそれぞれ特有のパターンを示し、本法による、果樹に病原性を示すホモプシス属菌のDNA診断の有効性が認められた。

1. はじめに

DNA診断技術は現在広範な分野で用いられているが、植物の病害診断においても例外ではなく、ウイルス、細菌、糸状菌などによる多くの病害についてのDNA診断技術の開発が進められている。従来は、植物病原糸状菌の分類・同定のために菌の形態観察や接種試験、ときには交配試験などが行われてきた。これに比較して、植物病害診断におけるDNA診断法の利点は、時間や労力を必要としないことにある。それに加えて、接種試験や形態観察などの場合のように研究者の習熟度や、試験を行った環境、および対象生物の状態に左右されず、明解で再現性の高い結果が得られるために客観的な判断がしやすい、といった点もあげられる。

果樹に病原性を示すホモプシス属菌については、その分類が混乱しているという事情があったため、従来の接種試験、形態観察といった手法による結果とDNA解析の結果を比較したうえで、DNA診断法の開発を行う必要があった。そして、形態などの「物差し」だけでは類別が困難なホモプシス属菌の分類を、DNAという「物差し」をさらに追加し

て体系づけることを試みたので、その結果を以下に紹介したい。

なお、「DNA診断法」という術語に類して「遺伝子診断法」という術語もあるが、必ずしも遺伝子を材料として診断しない場合も以下にあるので、ここでは「DNA診断法」を用いる。

2. 果樹に病原性を示す ホモプシス属菌とは

ホモプシス属とは、糸状菌・子のう菌類・ディアポルテ属菌の不完全世代である。楕円型の α 胞子と鞭状の β 胞子を有するのが特徴である(図1)。ホモプシス属菌は分離された宿主ごとに命名されてきたために非常に多くの種を含んでおり、そのうち、植物に病原性のあるホモプシス属菌だけでも少なくとも60種の記載がある。本属菌は形態的特徴に乏しく、通常胞子の大ききで分類されているが、長さ4~12 μm という狭い範囲の中にそのうちの97%の種が含まれてしまう。また、複数の植物に感染する菌においては、同種と考えられるものまでも分離された宿主ごとに命名が行われている。別種とされているものの中には、将来は完全世代との対応関係や、宿主範囲などの病原性、またDNA解析結果を考慮していくつかの種が統合された集合種

KANEMATSU Satoko

になっていくと考えられる。

ホモプシス属菌による果樹病害は国内で17種類の報告がある(表1)。その多くは枝や幹に胴枯症状や果実腐敗などを引き起こす。本菌は樹体内に生息するため根絶が難しく、多くの果樹園において慢性的な被害をもたらしている。これら病害の病原菌の中には、カンキツ黒点病菌とナシ胴枯病菌のように形態的には区別がつきにくいものや、モモホモプシス腐敗病菌のように種名が未定のものも含まれている。また、ナシ胴枯病菌とリンゴ胴枯病菌のように形態的特徴からは同種ではないかと考えられる菌でも異なる種名がついているものも存在する。このように分類上の混乱があるため、ホモプシス属菌による新たな果樹病害は、発見されても病原菌の同定が困難な状況にある。

3. 果樹に病原性を示すホモプシス属菌のDNA診断

他の生物と同様に菌類においても、リボソームRNA遺伝子の塩基配列にもとづいた系統解析は広く行われている。そのうち、18S rRNA遺伝子は進化速度が比較的遅いので遠縁の關係に、ミトコンドリアのrRNA遺伝子は目レベルあるいは科レベルの関連に用

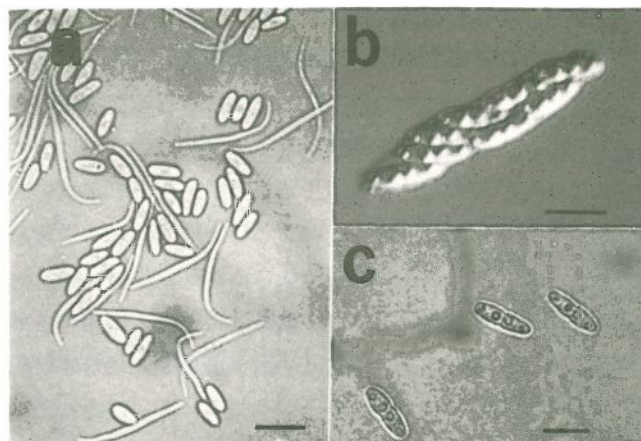


図1 a. α 胞子(楕円形)と β 胞子(鞭状)(不完全世代) b. 子のおよび子のう胞子(完全世代) c. 子のう胞子
バーは10 μ mを表す

いられている。一方、非コード領域であるITS(internal transcribed spacer)領域は進化速度が比較的速いので同属内の種を関連づけるのに有効と考えられている¹⁾。本研究では、多型が現れやすいと考えられた5.8S rRNA遺伝子を含むITS領域の解析を行った。

Whiteらの設計したプライマー¹⁾を用いてPCRにより当該領域を増幅し、その増幅断片を制限酵素で切断後、電気泳動のパターンを比較した(RFLP解析)。その結果、3種類の制限酵素で切断することにより、今回使用した病原菌の類別をすることが可能であった²⁾(表2、図2)。

表1 *Phomopsis*属菌による果樹病害一覧(国内)

病名	不完全世代(<i>Phomopsis</i>)	完全世代(<i>Diaporthe</i>)
モモホモプシス腐敗病	<i>Phomopsis</i> sp.	
リンゴ胴枯病	<i>P. mali</i> Roberts <i>P. tanakae</i> Kobayashi et Sakuma	<i>D. tanakae</i> Kobayashi et Sakuma
セイヨウナシ胴枯病	<i>P. tanakae</i> Kobayashi et Sakuma	<i>D. tanakae</i> Kobayashi et Sakuma
ナシ胴枯病	<i>P. fukushii</i> Tanaka et Endo	<i>D. medusaea</i> Nit., <i>D. eres</i> Nit.
カンキツ黒点病	<i>P. citri</i> Fawcett	<i>D. citri</i> (Fawcett) Wolf
カンキツ小黒点病		<i>D. medusaea</i> Nit.
ブドウ芽枯病		<i>D. medusaea</i> Nit.
ブドウつる割病	<i>P. viticola</i> (Saccardo) Saccardo	
ブドウ枝膨病	<i>Phomopsis</i> sp.	
ブドウホモプシス腐敗病	<i>Phomopsis</i> sp.	
カキ胴枯病	<i>Phomopsis</i> sp.	
カキホモプシス立枯病	<i>P. rojana</i> Linnaeus	
クルミホモプシス枝枯病	<i>P. albobestita</i> Fairman	
ナシ汚果病	<i>Phomopsis</i> sp.	
キウイ果実軟腐病	<i>Phomopsis</i> sp.	
イチジク胴枯病	<i>P. cinerescens</i> (Saccardo) Traverso	
セイヨウナシ尻腐病	<i>P. fukushii</i> Tanaka et Endo	

表2 rDNA ITS領域のRFLPパターン

病原菌名	<i>Hinf</i> I	<i>Cfr</i> 13 I	<i>Msp</i> I
モモホモプシス腐敗病菌 (Wタイプ)	A	A	A
ナシ胴枯病菌 (Wタイプ)	A	A	A
リンゴ胴枯病菌 (Wタイプ)	A	A	A
モモホモプシス腐敗病菌 (Gタイプ)	B	B	A
ナシ胴枯病菌 (Gタイプ)	B	B	A
リンゴ胴枯病菌 (Gタイプ)	B	B	A
カンキツ黒点病菌	A	C	A
西洋ナシ胴枯病菌	A	A	B
ブドウつる割病菌	A	C	C
ブドウ枝膨病菌	C	D	A
クワ胴枯病菌	A	C	D
アスパラガス茎枯病菌	A	A	D

* 各制限酵素処理において同一のRFLPパターンを示したものを同じアルファベットで表した。

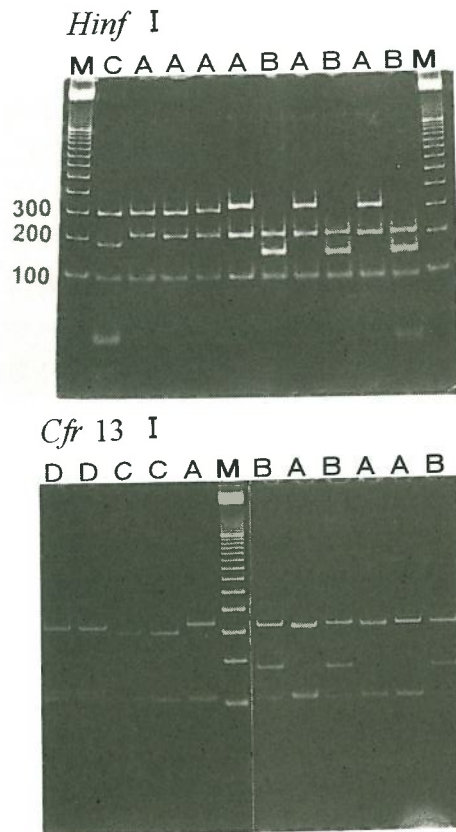


図2 各制限酵素で切断したrDNA ITS領域の電気泳動像
各レーンのアルファベットは表2に対応する。

モモホモプシス腐敗病菌, ナシ胴枯病菌, リンゴ胴枯病菌は小型の胞子を作り, 形態では区別がつかない。しかしながら上記3樹種から分離された菌には, 大まかに分けると培養したコロニーの色が白色のものと灰色のもの(WタイプとGタイプ)の2種類が存在し

た。これら2種は明らかに異なるRFLPパターンを示した。また, これら3病害から分離されたW株内とG株内においてはいずれも類似したRFLPパターンを示し, それぞれが分離宿主にかかわらず同種であることが示唆された²⁾(表2)。枝への接種試験の結果, 分離宿主に関係なく, Gタイプの菌はWタイプの菌よりもモモ, ナシ, リンゴには強い病原性を示した。また, 交配試験を行ったところWタイプ, およびGタイプ内では交配が認められたが, WタイプとGタイプの間では交配は観察されなかった²⁾。これらのことから, WとGタイプは別種, もしくは亜種に分類されることが考えられる。

カンキツ黒点病菌の伝染源であるカンキツの枯れ枝からホモプシス属菌を分離すると, カンキツ果実に黒点症状をひきおこす菌とそうでない菌が分離されてくる。これら2者の胞子は類似しており見分けるのは難しく, 発生予察や防除試験を行ううえでの障害となっている。しかし, RFLPパターンからはこれらを区別することができた。カンキツ黒点病をひきおこさない菌は, ナシ, モモ, リンゴのWタイプの菌と同じであった。Wタイプの菌は, キーウイフルーツ, ブドウ, イチジク, 西洋ナシおよびニレからも検出された。こうしたことから, Wタイプの菌は腐生的あるいは半寄生的に果樹を含む樹木に寄生しており, 果樹においては抵抗性の弱い果実に感染して収穫後に腐敗を引き起こし, ナシやリンゴ樹においては幼木時あるいは樹勢の低下によって胴枯症状をひきおこすと考えられる。

胞子の大きさが中間型のもの(西洋ナシ胴枯病菌, ブドウつる割れ病菌)や大型の胞子を有するもの(ブドウ枝膨病菌), さらに, 比較のために加えたクワ胴枯病菌およびアスパラガス茎枯病菌は, それぞれ特有のRFLPパターンを示した(図2)。用いた領域の塩基配列を解析し, 最節約法により系統樹を推定したところ, 同一のRFLPグループに属する菌は単系統群を形成した。

以上, 果樹病原性ホモプシス属菌では, rRNA遺伝子のITS領域を用いたDNA診

断ができることが判明した。

3. おわりに

今回開発したDNA診断法を用いることにより、形態が類似していても病原性の異なるホモプシス属菌の分類・診断が行えるようになった。本法は既知の病原菌の診断に有効であるばかりでなく、今後、種名がついていない本属菌が発見され、その孢子の大きさが多くの既知種と同じだった場合に、どの種に近いのか、あるいは同じなのかの見当をつけることができ、同定作業が効率化されることになる。これはすなわち、形態などの従来の「物差し」にDNAという新たな「物差し」を追加すると、より洗練された分類体系が構

築されていくことを意味する。今回の研究からも、ホモプシス属菌は、新たな分類体系を考える必要があるだろう。

生態研究においても本法は有効であると考えられる。今後は、例えばナシの胴枯病斑にはWグループ菌が感染しているものとGグループ菌が感染しているものが存在するが、どちらの菌による病害が重要なのか、などの課題で本DNA診断法を応用していくことを考えている。

文 献

- 1) White, T.J. (1990) PCR Protocols, Academic Press, San Diego, 315pp.
- 2) 兼松聡子ら, 投稿準備中

国内情報

機能性担体を用いた農用地の窒素対策技術の開発と実用化—2, 3の提案

株式会社 バイオマテリアル

安田公昭・坪田宏・斎藤仁信・水上春樹

畑地からの浸透水による地下水の硝酸態窒素汚染を防止する方策を考案するとき、輪換田畑は格好のモデルケースになる。あらゆる畑地土壌中には脱窒菌が常在し、脱窒の主役は通性嫌気性細菌であり、硝酸塩の脱窒は嫌氣的雰囲気下で起こる。土壌の団粒構造中では、湛水させると団粒内は嫌氣的となり、脱窒に必要な有機炭素源が供給されれば硝酸塩の脱窒がおこる。畑地では、灌漑される時（降雨など）に脱窒が起こりうる条件が揃う。しかしながら、一般的な畑地においては、灌漑時の浸透水を脱窒に必要な一定期間湛水させるための不透層を造成する必要がある。脱窒に必要な有機炭素源を湛水層に直接送り届ければ、効率の良い脱窒が期待できる。梅雨時期などの過剰な灌漑による浸透水は、暗渠から排水できるようにする。排水速度が高くなれば脱窒能が追いつかなくなるため、暗渠排水を集積して脱窒する装置を付帯する必要がある。

1. はじめに

閉鎖性水域や地下水の硝酸態窒素汚染が指摘されて久しい。地球規模で地下水の硝酸態窒素汚染を考察すれば、陸上で微生物によって固定される窒素量は、年間 $4 \times 10^{10} \text{kg}^{1)}$ とも

$1.4 \times 10^{11} \text{kg}^{2)}$ とも見積もられている。これに対して、工業用に固定されている窒素の量は、 $8 \times 10^{10} \text{kg}$ にも達し、すでに、自然による固定量と同等のレベルにまでなっている。過剰に固定された窒素は、これに見合った脱窒量の増加がなければ、土壌、地表水、地下水、海洋中に蓄積されたことになる。地下水の硝酸態窒素汚染も、閉鎖性水域の富栄養化もこの現象のひとつであると解釈される³⁾。

特に、1970年代に入って、欧米先進諸国を

YASUDA Kimiaki, TSUBOTA Hiroshi,
SAITOU Hironobu, MIZUKAMI Haruki

中心に硝酸態窒素汚染が拡大し、その時期が無機化学肥料の施肥量の増加と合致したことから、農地施肥由来の汚染が注目された⁴⁾。国包ら⁵⁾の試算によると、我国の土壤に負荷される窒素量に占める化学肥料割合は、約60%にも上っている。この負荷された化学肥料中の窒素成分は、水田においては還元土層を通過する過程で、硝化および脱窒作用を受けて著しく濃度が減少する^{6,7)}。畑地では、負荷された窒素成分の多くが地下水を汚染しており、そのメカニズムも含めた汚染状況が小瀬ら⁸⁾により詳しく報告されている。

しかしながら、すべての表面水や地下水の硝酸態窒素の原因物質が無機化学肥料に特定される訳ではない。わが国において地下水の汚染は極めて深刻な問題である。わが国における水道水源の地下水への依存率は1990年度で22.3% (約1,000万 m³/d) であり、この比率はこの10年間ほとんど変化していない。表面水の汚染の進行と相まって、今後のわが国の水道水源としての地下水への依存度は下がることはなく、地下水保全の重要性はさらに高まるものと思われる⁹⁾。

したがって、本報では、地下水の汚染源のひとつとして畑地における硝酸態窒素汚染の実態に鑑み、その除去技術について生物学的手法を中心として考察する。

2. 畑地と硝酸態窒素汚染の特性

農水省が行った農業用地下水の水質調査結果の概要¹⁰⁾によると、全国182地点の井戸水のうち硝酸態窒素が10ppmを超える地点は28地点 (15.4%) であった。そのうち24地点は、局部的に分布する砂丘、高位段丘、石灰岩台地、シラス台地などであり、汚染度の最高値は77ppmにも達していた。土地利用別にみると、水田地帯では、107地点中の1地点が10ppmを超えたのに対して、非水田地帯 (畑地帯) では75地点中27地点の36%が10ppmを上回っていた。この傾向から示唆されるように、水田地帯では硝酸態窒素濃度が低く、畑地帯で高いのは、水田では田面に水

を張ることにより土壤が還元的に経過し、硝酸態窒素が脱窒作用を受けて窒素ガスとして大気中に放出されるためである。これは水田の有するひとつの際立った特性である水質浄化機能が働いていることを実証するものである。一方、畑地は酸化的な系を持ち、施肥した窒素は硝酸化成菌の作用を受けて、短期間に硝酸態窒素に変化する。堆肥や家畜糞尿などの有機態で施用した場合でも、微生物の作用を受けて分解され、最終的には硝酸態窒素まで変化する。このように、畑地では無機態窒素の多くが陰イオンの硝酸イオンで存在している。土壤粒子の表面はマイナスに荷電されているため、硝酸イオンは土壤粒子にほとんど吸着されず、土壤間隙水中で塩を形成している。降雨があると、硝酸イオンは土壤浸透水に溶解して下層へと降下し、一部は地下水まで流出する。一方、水田では田面が灌漑水により大気と遮断されるため、表層土壤の1~2 cmに酸化層が形成され、それ以下は還元層となっている。ここでは、条件的嫌気性菌 (通性嫌気性菌) である脱窒菌の作用を受けて硝酸態窒素にまで変化した肥料や灌漑水中の窒素は、安定無害な窒素ガスとして大気中に放出される。このように、畑地と水田では、土壤の環境条件、すなわち窒素循環に関わる微生物が異なる。このため、作物に利用されなかった窒素の行方は、畑地では浸透水の降下に伴う硝酸態窒素の溶脱が、水田では脱窒素作用が優先する。この事実は、農業用地下水の水質調査結果から、畑地帯の地下水中には基準値を超える硝酸態窒素が多く検出され、水田地帯でその濃度は低いことから裏付けられる。

小川ら¹¹⁾の土壤浸透水が採取できるように造成した畑地で4年間7作物の栽培実験をした時の肥料成分の収支は、施肥量は半年約342.5 kg/haで、作物による利用率は56.5%であった。流出量は76.3kg/ha、土壤存在量は61.0kg/haで、その多くは下層に硝酸態窒素形態が存在していた (図1)¹¹⁾。また、ライシメーターを用いて畑の地下水位を変えることにより、土壤断面に酸化的および還元

的な条件を作出し、それが垂直的な硝酸態窒素の移動にどのような影響を及ぼすかについて調査した報告¹²⁾では、硝酸態窒素の降下速度は土壌の種類により異なり、低地土は黒ボク土より大きい結果が得られた。これは、土壌の陰イオン吸着能と保水力などの違いによるものと示唆される。また、土壌の種類にかかわらず、地下水位が高いほど土壌中の残存量、浸透流量が少ない傾向にあった。肥料窒素の回収率は、両土壌とも地下水位を高く設定した実験区ほど低くなる。この結果については、施肥した窒素が土壌中で有機化される量はそれほど多くないことから、未回収窒素の多くは脱窒作用による揮散と考察された。そこで水面から高さごとに脱窒能を測定した実験¹³⁾では、水面から高さ10cm 部位では3 mg/100 g 程度であるが、35~90cm では8 mg/100 g と高い脱窒能を示した。この結果は、畑から流出した硝酸態窒素は、降下浸透する過程で、一部は地下水直上部で脱窒され、ストレートに地下水まで流出することは少ないものと推察される。

綿引ら¹⁴⁾は硝酸塩とグルコースを含む人工汚水を湛水条件下で土壌浸透し、土壌-液相の窒素損失を調査した。濃度の異なる汚水を給水し、排水中の窒素濃度が無視しうる条件下では、1 g の土壌が1日に損失しうる窒素量は、供試土壌では0.24mg-Nであった。グルコース無添加の硝酸塩汚水を2週間給水し、途中からグルコースを添加すると、グルコースは窒素損失に顕著な効果を示した(図2)。

汚水、土壌および排水のCOD 収支から、窒素損失に伴うCOD 消費は、損失窒素1 mg 当たり3.13mg であった。湛水土壌中の硝酸塩の脱窒過程には、硝酸塩還元電子供与体として、有機炭素源の添加が必要である¹⁵⁾。その炭素源として、グルコースやメタノール¹⁶⁾のほかに稲わら¹⁷⁾などが検討されている。硝酸態窒素を脱窒させるために最も経済的な有機基質は、その土壌特性と使用方法によって適宜選択されるものであろう。川西ら¹⁸⁾が述べているように、硝酸塩の脱窒は、土壌に還元的雰囲気を与える必要があり、そ

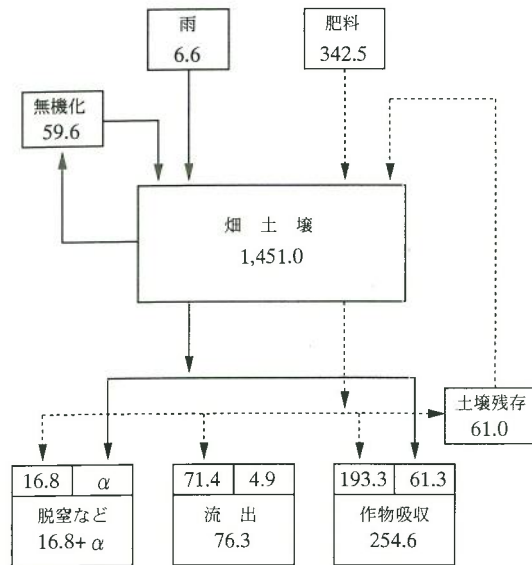


図1 畑における窒素収支 (kg/ha)
 実線：自然N (雨, 土壌有機N) のフロー
 点線：肥料N (硫酸アンモニウム) のフロー

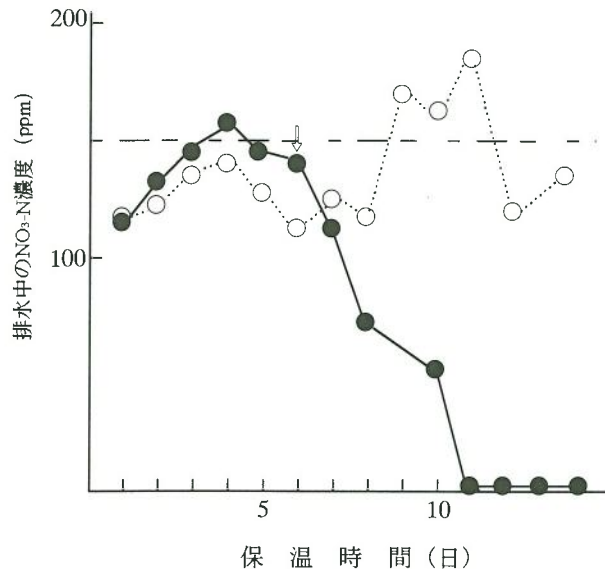


図2 湛水土壌浸透における排水中の硝酸塩除去におよぼすグルコース添加の効果
 ○グルコース無添加汚水bを給水；●矢印で示す時点以降グルコース添加汚水bを給水、それ以前はグルコース無添加汚水bを給水；-給水汚水のNO₃-N濃度

の条件として湛水環境が起こらなければならない。その環境下で土質に合う、つまりそこに生存している高い脱窒能を有する細菌種を優先的に遷移させ得る炭素源が必要量添加されれば、硝酸塩は速やかに除去されることになる。この作業仮説は次のようにまとめることができる。

〈作業仮説—畑地浸透水による地下水の硝酸態窒素汚染の防止策〉

- 1) あらゆる畑地土壌中には、脱窒菌が常

在する。

- 2) 脱窒の主役は通性嫌気性細菌であり、硝酸塩の脱窒は嫌氣的雰囲気下で起こる。
- 3) 土壌の団粒構造中では、湛水させると団粒内は嫌氣的となり、脱窒に必要な有機炭素源が供給されれば硝酸塩の脱窒ができる。
- 4) 畑地では、灌漑される時(降雨など)に脱窒が起こりうる条件が揃う。しかしながら、灌漑時の浸透水を脱窒に必要な一定期間湛水させる不透層を造成する必要がある。
- 5) 脱窒に必要な有機炭素源を湛水層に直接送り届けられれば、効率の良い脱窒を期待できる。
- 6) 梅雨時期などの過剰な灌漑による浸透水は、暗渠から排水できるようにする。排水速度が高くなれば脱窒能が追いつかなくなるため、暗渠排水を集積して脱窒する装置を付帯する必要がある。

3. 作業仮説の具体的提案

仮説4, 5, 6を実施するには、実際の輪換田畑がモデルケースになり、不透層や暗渠を工夫すれば硝酸態窒素汚染を防止できる畑地になる。園芸ハウスや構造改善を行ないうる畑地などは、70~150cmの程度に粘土質の水透層を造成し、その土に仮説6の暗渠を設置すれば湛水層を形成できる。不透層の上部の湛水層は10~50cm位必要だと思われる。仮説6の暗渠の充填材としては生物分解性のない団粒と類似構造を有する多孔性セラミック担体や多孔性ガラスビーズ担体なども適当な材料になる。また、仮説3の有機炭素源としては、経済性を考慮して、果物の缶詰工場から排出する高ペクチン質排液などもそのひとつの候補になり得る。既述のように、除去する硝酸態窒素の3倍のCODを暗渠に直接供給する方法について実用性を考慮すれば、有機炭素源は液体のほうがよい。仮説6における外部脱窒装置は、平成9年度生物系特定産業技術研究推進機構(生研機構)の当社に

対する委託研究開発により完成し、フィールド試験でその実用性が確認された¹⁹⁾。また、当社は、既に直接地下水中の硝酸態窒素の除去に関して、同様の機能性セルロース担体を用いて米国アリゾナ州で強く汚染された地下水の脱窒を実証した²⁰⁾。

4. 謝 辞

本報のベースとなる研究は、平成7年度より開始した生研機構の委託研究開発の助成を受けて行われたものである。研究遂行にあたり、生研機構のプロジェクトリーダー・棟方研氏には、実験フィールドに対する情報その他実験に有用なご助言など多大な協力をいただいた。筑波大学・応用生物学系の松村教授、東助教授には、実験結果の解析に際し大変有用な助言を賜った。関係各位に謝辞を表します。

文 献

- 1) Hamilton, C. (1973) Chemistry in the Environment, Co., San Francisco
- 2) Brown, H.J.M. (1979) 環境無機化学(浅見輝男・茅野充男訳), 博友社, 東京
- 3) 川西琢也ら(1991) 用水と廃水, 33: 17~28
- 4) British Geological Survey (1986) The ground water nitrate, BGS Hydrological Report. 86/2, p.95
- 5) 国包章一・貞柄泰基(1984) 衛生環境研究論文策, 20: 121-130
- 6) 小川吉雄・酒井一(1984) 土肥誌, 55: 533-538
- 7) 小川吉雄・酒井一(1985) 土肥誌, 56: 1-9
- 8) 小瀬洋喜ら(1991) 水, 33: 69-75
- 9) 明賀春樹(1994) 用水と廃水, 36: 703-710
- 10) 農水省農村環境保全室(1991) 農業用地地下水の水質調査結果の概要
- 11) 小川吉雄ら(1979) 茨城農試特別研報, 4: 1-70

- 12) 小川吉雄・陽捷行 (1988) 農環研・資源生態管理科研究収録, 5:98-119
- 13) 小川吉雄・陽捷行 (1991) 土肥講演要旨集, 37:299
- 14) 綿引正則ら (1981) 土肥誌, 52:420-426
- 15) 柿島博志・相馬徳二郎 (1980) 土肥誌, 51:302-306
- 16) 相馬徳二郎・野本恵司 (1988) 土肥誌, 59:464-470
- 17) 川西琢也ら (1995) 水環境学会誌, 18:993-1000
- 18) 川西琢也ら (1997) 水環境学会誌, 20:347-351
- 19) 水上春樹ら (1997) 水田用簡易窒素除去装置の研究開発・中間報告, 平成9年度, 生物系特定産業技術研究推進機構 (生研機構) 委託・研究開発
- 20) Yasuda, K. *et al.* (1995) Arizona Water and Pollution Control Association 68th Annual Conference (Mesa), p.18

地域の先端研究

カラフルポテトを創る

—アントシアニン, カロチノイド含有ばれいしょ品種の育成—

農林水産省 北海道農業試験場

森 元幸

ばれいしょの普通栽培品種は、いもの肉色が白～淡黄色である。ところが原産地である南米アンデス地域には、アントシアニンで赤～紫色、カロチノイドで濃黄色に着色した近縁栽培種が存在する。これらを遺伝資源として、従来とは異なる着色肉系統を育成した。*S. phureja* に由来する赤肉色および濃黄肉色を有する2倍体系統, *S. tuberosum* ssp. *andigena* に由来する赤肉色および紫肉色を有する4倍体系統である。含有する色素は、単に色彩の多様な食材に役立つばかりでなく、抗酸化能などの機能性を有している。平成9年に種苗法による品種登録の申請を行ったが、従来の普及品種とは異なり原々種の生産は行われていない。普及のためには、さらに実用形質の改良をすすめる必要がある。

1. はじめに

肉に着色のあるばれいしょをはじめて目にしたのは、昭和57年(1982年)の秋であった。白肉色の男爵薯と淡い黄色味のある肉色のメークインを知るのみの貧弱な知識で、遺伝資源保存栽培の特性調査をした。内外の品種、母本系統や種間雑種など約2000系統の中に、皮が紫や赤に着色するばかりでなく、肉に様々な着色がある数系統を目にしたときの驚きが強く記憶に残り、その後のカラーポテト

育成のきっかけとなった。着色肉系統の中で、白い肉の真ん中に淡赤の着色のある「日の丸一号」が唯一品種として一般栽培されたことがある。かつて今のサハリンが樺太と呼ばれた時代に、日本の総督府で育成された品種であると伝え聞く。天皇が絶対統治者であった時代に、いもの肉色に国旗をイメージした育種家が、品種にまで育成したのであろう。日本でばれいしょ育種が始まって百年間に、積極的に着色肉の選抜をしたのはこの時がはじめてと想像する。

ばれいしょの品種改良は、様々な近縁栽培種や野生種を利用して、耐病虫性や高澱粉などの有用形質を戻し交雑により取り込んでき

MORI Motoyuki

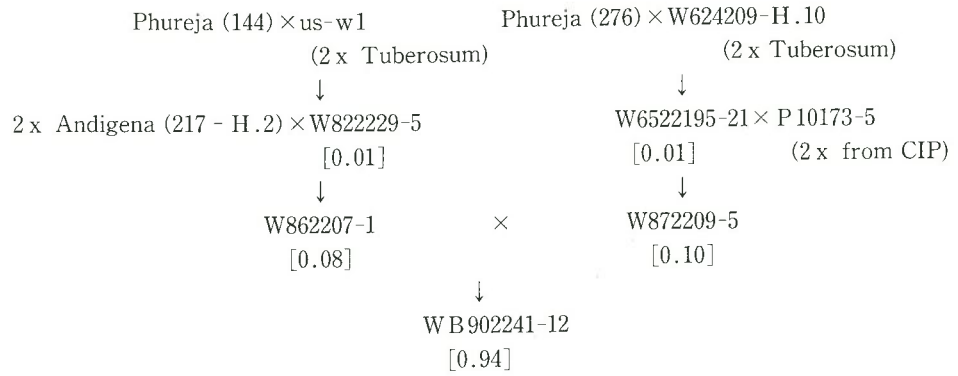


図1 2倍体赤肉系統の来歴と系統ごとの色素濃度
[]: 比吸光度 (E), 値が大きいくほど色素濃度が高い

ている。この過程で、肉に着色のある系統も出現したが、むしろ望ましくない形質として淘汰してきた歴史がある。これを逆に、着色のある系統を選抜することにより、アントシアニンやカロチノイドの色素集積を行い、赤～紫と濃黄の肉色を有する系統を育成した。未利用の遺伝形質を育種操作により改良して有用成分の含量を高め、カラフルなサラダやポテトチップスなど新規食品素材を開発して、新しい需要の創出を目的とする。栽培・生産側ではなく積極的な販売・消費側を意識してカラフルポテトの育成に取り組み、実用性の改良はまだ不十分であるが、研究がある程度の到達点に至ったのでここに紹介する。

2. 赤・紫色のアントシアニン含有系統

一般に栽培されるばれいしょは、4倍体普通栽培種 *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* に属し、いもの肉色は白～淡黄色であ



図2 2倍体赤肉系統の世代ごとの肉色
(図1の2列目, 3列目, 4列目に相当)

る。ところが、ばれいしょの原産地である南米アンデス地域には、アントシアニンで赤～紫色に着色した近縁栽培種が存在する。これらは普通栽培種の祖先型であり、4倍体の *S. tuberosum* ssp. *andigena* や2倍体の *S. phureja* などで、普通栽培種と直接もしくは倍数性操作により交雑可能である。

いもの維管束部分に赤色の僅かな着色のある *S. phureja* 由来の2系統を出発点として、2回の交雑と後代の選抜により、百倍近くの色素濃度が向上した2倍体系統 WB902240-1 (E=0.94) を選抜した(図1, 2)。試料から塩酸メタノールで色素を抽出し、350～600nmの範囲で吸収スペクトルの測定を行い、最大吸収波長における吸光度から比吸光度 (E 値=抽出溶液1W/V%) を測定した。選抜系統の色素濃度は、実用栽培されている紫肉かんしょの山川紫 (E=0.98) に匹敵する水準に達した¹⁾。同様な組合せの中から実用形質による総合的な選抜を行い、2倍体赤肉系統の島系576号を選抜した(表1, 2)。

4倍体着色系統では、*S. tuberosum* ssp. *andigena* 由来の赤肉系統90112-7および紫肉系統90110-2を選抜した(表1, 2)。アントシアニン含量は生いも100g中それぞれ142mgと148mgであり²⁾、肉全体が着色するが色素抽出原料としては不十分な濃度である。4倍体は2倍体に比べ、色相濃度の選抜効率は劣るが、いもが大きく休眠が長いために貯蔵性が良いなど実用形質により優れる傾向がある²⁾。

表1 カラフルポテトの栽培特性

品種・系統名	倍数性	莖長	草型	熟性	いも数 (個/株)	平均1個重 (g)	上薯重 (kg/10a)	標準比	澱粉価 (%)	休眠性 (%)
島系575号*	2	短	やや開張	極早生	13.7	46	2799	72	15.6	極短
WB902240-1*	2	中	やや開張	中生	18.2	49	3970	101	15.1	極短
島系576号	2	極長	やや開張	晩生	28.6	38	3719	95	15.0	極短
90112-7	4	長	直立	晩生	17.1	82	4807	123	11.4	長
90110-2	4	長	直立	晩生	11.5	94	3706	95	19.2	極長
男爵薯	4	短	中間	早生	14.7	78	3912	100	16.9	やや長

実数は平成5年度成績，栽植密度75×39cm(3419株/10a)，ただし*印は75×30cm(4444株/10a)

表2 カラフルポテトの主要特性および調理特性

品種・系統名	いもの					剥皮 褐変	水煮 黒変	煮崩れ	肉質	フライ 適性	チップス 適性
	肉色	皮色	大きさ	形	目の深さ						
島系575号	黄	黄褐	極小	卵	浅	無	無	少	中	極良	良
WB902240-1	黄	淡赤	小	球	深	無	微	少	中	やや良	やや良
島系576号	赤	赤紫	小	長楕円	浅	少	少	微	やや粘	否	やや良
90112-7	赤	淡赤	中	楕円	浅	微	少	無	やや粘	否	中
90110-2	紫	紫	中	楕円	浅	少	中	中	やや粘	中	中
男爵薯	白	白黄	小	球	深	中	少	中	やや粉	中	中

3. 濃黄色のカロチノイド含有系統

S.phureja に由来する2系統間の交雑後代から、濃黄肉色で独特の風味を有する2倍体の島系575号およびWB902240-1を育成した(表1, 2)。普通栽培種の男爵薯のような白肉品種はカロチノイドを含まないが、淡黄肉色のキタカリは生いも100gあたり74μg含有する。これに対し島系575号およびWB902240-1はそれぞれ生いも100gあたり530μgと514μgを含有し、キタカリの約7倍の濃度に相当するため濃黄肉色を呈する⁴⁾。

2系統とも極短休眠であるため、いもの貯蔵性が悪い。貯蔵中に生理的ないもの齢が進んで老化すると糖含量は増加し、普通品種に比べ糖含量増加が著しい。糖の中でsucroseは普通品種の数倍にまで濃度が高くなり、官能試験により明らかな甘みを感じる。このような低温下で反応する糖化酵素系等については解明中である。

4. 調理・加工などの利用特性

赤・紫色および濃黄色のばれいしょを一般調理に用いた場合、人工着色剤によらない天然色素による多様な彩りをばれいしょ料理に加えることができる。食材の色が料理にあらわれるホールサラダや形を残す煮物類、お菓子やアイスクリームなどのデザートに新しいメニューを加える。生食用ばかりでなくもっと幅広い需用を考えると、安定した食材として提供できる半加工・加工品の開発が必要である。そこで加工品の定番ともいえるチップスとフライの試作を行い、かろうじて商品性のある試作品が得られた。また、蒸し加熱・マッシュ・乾燥という工程でドライポテト(パパセカ)やペースト等の新しい加工食材の試作を試みている。育成系統はそれぞれ適性に差があるが、ほぼ男爵薯並もしくはそれ以上の調理・加工適性を示している(表2)。

濃黄肉色系統は2倍体であるため細胞が小さく、普通品種に比べなめらかな質感(テクスチャー)が得られる。さらにカロチノイドによる臭いが独特であるため、「栗(ナッツ)

のよう」と評される普通品種とは異なる風味を有する。この特徴は、パネラーによる官能試験でおおむね好評を得ている⁷⁾。

5. 成分の特徴と機能性

アントシアニンは、一般に色素として酸性側で赤色系、アルカリ側で青色系を呈し、ばれいしょのアントシアニンも同様な色調変化が認められた。赤色系はペラニン、紫色系はペタニンを主として含有し、赤色系の方がアシル化アントシアニンを多く含む。赤色系は耐熱性や耐光性に優れ、食用色素として実用化されている紫肉かんしょや赤キャベツと同様な発色の安定性を示した⁶⁾。

脂質の過酸化反応は老化や様々な疾病を引き起こすと考えられており、一般にアントシアニンはこの過酸化反応を抑える抗酸化などの機能性を有する。ばれいしょのアントシアニンの抗酸化力は、 α -トコフェノールより強く、BHAやBHTに匹敵する能力が認められた³⁾。

育成系統のカロチノイドは zeaxanthin が主体で、一般によく知れる β , α -carotin はほとんど含まれていない。しかし一般のカロチノイド特性として、アントシアニンと同様に抗酸化性を有する⁵⁾。

6. おわりに

今まで存在しないカラフルポテトという商品を世の中に送り出すには、実際に消費者や加工業者から受け入れられるか、広範囲の試験販売等の取り組みが必要である。このため、育成系統の権利が種苗法の未譲渡性に抵触して失効するのを未然に防ぐため、平成9年(1997年)に品種登録の申請を行った。都道

府県による奨励品種採用と農林(命名)登録がセットになった従来の普及品種とは異なり、一般栽培の元種となる原々種生産は行われていない。育成系統の総合的な実用性は、モーターショウに出品された未来カーのプロトタイプのように、まだまだ公道を走行可能なレベルにはない。早晩性を左右する日長反応性、貯蔵性に関わるいもの休眠性、シスト線虫抵抗性などの耐病虫性や調理・加工適性の付与などの改良は不十分である。近い将来に実用品種として発表することを目指して、普通栽培種との交配により改良を進めている。

最後に本報告は、大型別枠研究「新需要創出計画」(バイオルネッサンス計画)および官民交流共同研究(アントシアニン高含有品種の育成)により実施した研究の成果を紹介したものである。

文 献

- 1) 森 元幸ら(1992) 育種学雑誌, 42(別1): 354-355
- 2) 森 元幸ら(1992) 育種学雑誌, 42(別2): 482-483
- 3) 石井現相ら(1996) 日本食品科学工学会誌, 43: 962-966
- 4) 石井現相ら(1996) 平成7年度研究報告(新需要創出), 142-143
- 5) 石井現相ら(1997) 平成8年度研究報告(新需要創出), 140-141
- 6) 林一也ら(1997) 日本家政学会誌, 48: 589-596
- 7) 梅村芳樹ら(1997) 平成8年度研究成果情報(北海道農業), 68-71

【断り書き】

「カラフルポテト」は現在育種・改良中のもので、分譲することはできませんので、ご了承下さい。

ニホンナシ新品種「おさゴールド」の作出

鳥取県園芸試験場

井上 耕介

ニホンナシ「ゴールド二十世紀」は「二十世紀」にガンマ線を緩照射し誘発・選抜した黒斑病耐病性突然変異品種で、殺菌剤が大幅に削減できる。「おさ二十世紀」は自家和合性で人工受粉が省略できるが、黒斑病に罹病性である。そこで、「おさ二十世紀」にガンマ線を緩照射して、黒斑病耐病性突然変異体を誘発・選抜したのが、人工受粉が不要で、殺菌剤の散布回数が削減できる「おさゴールド」である。

1. はじめに

「二十世紀」は1888年、千葉県で発見され、10年後に命名され、今年で命名100年になる。外観、食味とも優れた品種で、現在も「幸水」「豊水」とともにニホンナシ三大品種の一翼を担っている。鳥取県には1904年に導入され、現在、鳥取県の農産物の柱として全国の約半分の生産量を誇っている。この「二十世紀」は黒斑病に対して、特異的な虚弱体質で栽培者の手厚い保護がなければ地球上に生き続けることのできない植物であると言われており、「二十世紀」栽培の歴史は黒斑病との闘いの歴史であったとも言われている。黒斑病の防除は、薬剤散布と果実袋による果実全体の保護、および樹体の栄養管理によって行われてきたが、多労を要するとともに現在も作柄を左右する最大の要因となっている。

「二十世紀」に黒斑病が無かったら……という農家の長年の夢をかなえてくれたのが「ゴールド二十世紀」である。「ゴールド二十世紀」は1981年にガンマ線の緩照射を続けた「二十世紀」から耐病性突然変異体として発見され、1991年に種苗法に基づいて品種登録された。また、「二十世紀」は自家不和合性で、他品種の花粉を受粉しないと結実しない性質があり、人工受粉が必須作業となっているが、鳥取県の長昭信氏の果樹園で自家和合性突然変異体が発見され、1979年に「おさ二十世紀」として品種登録された。

そこで、黒斑病に耐病性で自家和合性の品種育成を目的に、「おさ二十世紀」にガンマ線を照射して、黒斑病耐病性変異体を選抜するとともに、果実品質等を調査し実用性を検討した。

なお、本研究は1987～1996年の10か年間にわたり、農林水産省農業生物資源研究所と鳥取県の共同研究により実施したものである。

2. 黒斑病耐病性突然変異体の選抜

1987年より、ガンマ線照射による黒斑病罹病性品種「おさ二十世紀」の耐病性変異体の誘発・選抜を開始した。ガンマ線の照射は緩照射と急照射の2つの方法で行った。緩照射は、農業生物資源研究所放射線育種場のガンマフィールドで、ガンマ線の線源から40, 50, 60, 70mの距離に「おさ二十世紀」の苗木を定植して検定樹を養成した。急照射は放射線育種場のガンマルームで「おさ二十世紀」の休眠枝にガンマ線（総線量60と80Gy）を照射した。ガンマ線を照射した穂木は鳥取県園芸試験場に栽植してある「八雲」と「八幸」の成木に高接ぎして検定枝を養成した。

黒斑病耐病性突然変異体の検定は発育枝の

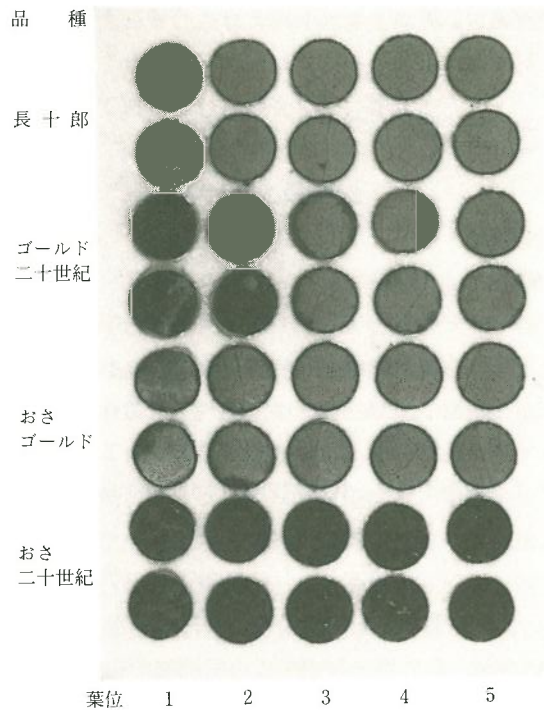


図1 葉位別の黒斑病毒素反応

第4葉を採取し、葉裏の2か所に針で傷をつけ、黒斑病粗毒素溶液（AKトキシン）の500倍液を滴下し、20°Cの恒温恒湿条件に48時間保持した後、黒斑病耐病性の判定を行った。黒斑病耐病性の判定後、り病性の枝は発育枝基部の陰芽を残して「切り戻し処理」を実施し、再伸長してきた枝についても同様の検定を繰り返し行った。

1990年に総線量80Gyで急照射を行った穂木を高接して養成した発育枝のなかから、原品種「おさ二十世紀」に比べて明らかに黒斑病に強い1枝を選抜した。また、1991年にガンマフィールド内に定植して緩照射を続けていた若木からも、黒斑病に強い1枝を選抜した。選抜系統は耐病性の程度を調べるため、発育枝の葉位別に毒素処理を行った。葉位別毒素処理の結果は、抵抗性品種の「長十郎」は、すべての葉位で無病徴であったのに対し、

り病性の「おさ二十世紀」では全葉で発現した。選抜した耐病性変異体は幼葉の第1, 2葉でわずかに黒変したが、第3葉以降の成葉化が進んだ葉は黒変が見られず、抵抗性品種とり病性品種の中間的な反応を示した。また、耐病性品種の「ゴールド二十世紀」より、やや強い耐病性を示した（図1）。

3. 「おさゴールド」の特性

ガンマ線の急照射と緩照射の両方から耐病性変異体を選抜したが、急照射のものは、発育枝の伸長が不揃いで、葉に斑入りの異常葉が発現し、果実も不揃いであった。緩照射の変異体は原品種「おさ二十世紀」と同様と観察されたので、これを使って特性調査を行った。

樹姿、樹勢、果実特性は原品種「おさ二十世紀」との差異が認められず、外観から両者を判別することは困難である。開花期はほぼ同じで、健全な花器を形成し、自家結実性も「おさ二十世紀」と同様に高く、自家受粉によって多数の種子を形成する（表1）。果実の大きさ、形状、品質、熟期も同じである（図2）。



図2 “おさゴールド”の結実状況（収穫直前）

表1 おさゴールドの樹性及び花の特性（園芸試験場：平成8年度）

項目	花芽の着性			開花期		自家和合性(花そう当りの結実数)	
	短果枝	着果後の短果枝	えき花芽	始	終	芽袋処理	無処理
おさゴールド	多	中	少	4/20	27	6.1 (10)	7.7 (20)
おさ二十世紀	多	中	少	4/21	27	6.1 (20)	7.8 (20)

*おさゴールドは4年生 おさ二十世紀は25年生高接ぎ樹（6年目）

*（ ）は調査花そう数

表2 作業別労働時間の比較

項目	二十世紀	ゴールド 二十世紀	おさゴールド
せん定	77.2	77.2	77.2
施肥	4.4	4.4	4.4
土壌改良	19.4	19.4	19.4
除草	5.0	5.0	5.0
受粉	40.7	40.7	0.0
摘果	68.3	68.3	102.5
袋掛け	133.9	133.9	133.9
新梢管理	5.9	5.9	5.9
防除	25.6	5.2	5.2
収穫	61.5	61.5	61.5
その他	19.6	19.6	19.6
合計	461.5	441.1	434.6

* 農業経営指導の手引き（鳥取県農林水産部）の「ゴールド二十世紀」の数値をもとに編成したもの

地 形：平坦～緩傾斜
 作業体系：トラクター、SS、トレンチャー使用
 収 量：4,500kg/10 a
 袋 掛 け：2回
 防 除：「二十世紀」には病芽せん除等の耕種的防除を含む

4. 「おさゴールド」の経営的メリット

黒斑病耐病性は「ゴールド二十世紀」よりやや強く、防除は現在鳥取県で実施している「ゴールド二十世紀」と同じで良いと考えられる。従来の「二十世紀」と比較すると散布回数が半分の12回となり、人工受粉の労力が10アールあたり40.7時間軽減される。各品種別の労働時間の比較と経営試算は表2、3のとおりである。

5. おわりに

「二十世紀」栽培の弱点は、黒斑病の防除

表3 品種別の経営試算

項 目	二十世紀	ゴールド 二十世紀	おさゴールド
収量 (t / 10 a)	3,800	5,000	5,000
租収益 a	1,213,340	1,550,000	1,550,000
変動費 b	273,536	279,383	241,435
固定費 c	120,985	120,985	120,985
販売・管理費 d	442,517	578,717	578,717
経営費 e = (b + c + d)	837,038	979,085	941,137
所得 f = (a - e)	376,302	570,915	608,863
所得率 (f / a, %)	31	36.8	39.3

* 農業経営指導の手引き（鳥取県農林水産部）の「二十世紀」（露地，平坦地）の数値をもとに編成した
 * 単価は一律に31,000円/10kgとした

が困難なことから、自家不結実性で人工受粉をしても年により結実が不安定なことである。この2つの作業は収量・収益に直接影響を与える。この2つの弱点が「おさゴールド」により改善されるわけであるが、これは単なる収量安定と労働力の軽減のみならず、栽培農家の精神的な不安を取り除く効果が大いである。努力すれば必ず報われる品種として広く農家に栽培していただきたいものである。

文 献

- 1) 村田謙司・北川健一・増田哲男・井上耕介・壽和夫 他 (1994) 園芸学会雑誌, 62: 701~706
- 2) 果樹試験研究推進会議 (1997) 平成8年度果樹研究成果情報, 7~8

文献情報

細胞質型ホスホリパーゼ A₂
欠損マウスにおける繁殖力
低下と虚血性脳損傷

ホスホリパーゼ A₂ (PLA₂) はプロスタグランジン及びロイコトリエン合成系における決定的な調節因子であり、細胞膜の組成を直接変化させるものである。PLA₂はリン脂質に作用し、脂肪酸や血小板活性化因子 (PAF) の前駆体を含むリゾリン脂質を遊離する。遊離の脂肪酸、エイコサノイド、リゾリン脂質及び PAF は炎症、生殖作用及び神経毒性の主要な調節因子である。多様な型で存在する PLA₂の生理学的役割については解明されていない点が多い。細胞質型の PLA₂ (cPLA₂) はリン脂質からアラキドン酸を選択的に遊離し、これは、細胞内のカルシウム濃度により調節される。この cPLA₂ の生理学的意義を探るため、Bonventreらは cPLA₂欠損 (cPLA₂^{-/-}) マウスを作製し、正常マウスと比較検討しているため、その内容を紹介したい。

cPLA₂^{-/-}マウスの腹膜から得たマクロファージに、レセプター非依存性の活性化剤であるホルボールエステル (PMA, 100nM) 及び Ca²⁺イオノフォア A23187 (2 μM) を添加しても遊離するアラキドン酸は正常マウスから得られたものと比較して非常に少量であった。また、正常マウスのマクロファージは LPS の添加に応じてプロスタグランジン E₂ (PGE₂) の産生が増加したが、cPLA₂^{-/-}マウスではその産生はみられなかった。さらに、A23187 の添加により正常マウスのマクロファージは多量のロイコトリエン B₄ (LTB₄) 及び C₄ (LTC₄) を産生したが、cPLA₂^{-/-}マウスにおいてはこれらの産生はみられなかった。腹膜由来の白血球について比較すると A23187 (2 μM) 及び PMA (100 nM) の添加で、正常マウスでは PAF の産生が増加したが、cPLA₂^{-/-}マウスでは増加がみられなかった。腹膜のマクロファージには他の型の PLA₂が存在するという報告もあるが、cPLA₂の主たる役割は、炎症性の刺激に応じて PGE₂, LTB₄, LTC₄及び PAF の産生を調節することであることを示唆するものである。

cPLA₂^{-/-}マウスは正常に発育し、成長率

も正常マウスと同等で、寿命も1年以上であった。しかし、雌の cPLA₂^{-/-}マウスは不妊の割合が高くなり (約50%)、一度に産まれる子の数も少なく (通常の約半分)、その約80% は死産であった。死産の子は解剖学的にはまったく正常で、器官の異常は観察されなかった。雄の cPLA₂^{-/-}マウスの生殖能には異常は認められず、雌の cPLA₂^{-/-}マウスの子の数の減少は、排卵や卵母細胞の移行、着床に影響する母側の問題に起因すると思われる。cPLA₂は子宮や卵巣組織に存在し、PGは着床中の子宮内膜の血管の透過性の上昇や子宮脱落膜の誘導に関係する。子宮の cPLA₂活性や PGE₂及び PGF₂α のレベルは卵子の着床中に増加する。PGは分娩における子宮の萎縮と子宮頸部の拡張を調節し、PGF₂α は分娩の誘発因子として必須であることが知られている。他の型の PLA₂が子宮及び子宮頸部に存在することが確認されており、雌の cPLA₂^{-/-}マウスの死産や子の数の減少は cPLA₂欠損による繁殖力の低下を他の PLA₂では補えないことを示すものと思われる。

血圧、血液の pH、血中 CO₂及び O₂濃度、直腸温については正常マウス及び cPLA₂^{-/-}マウス間に目立った差異はみられなかった。虚血性脳損傷の後、脳中の cPLA₂活性は上昇する。中大脳動脈 (MCA) の閉塞を人為的に行った後も両マウスにおける血圧、血液の pH、血中 CO₂及び O₂濃度に差は認められなかった。しかし、その結果生じた梗塞の大きさは cPLA₂^{-/-}マウスが正常マウスよりも34% 小さかった。また、正常マウスでは MCA 閉塞を行った側の脳において脳浮腫を生じ、対側と比較して、脳中の水分が4.0±0.8%増加したが、cPLA₂^{-/-}マウスにおいてはそれ程の差は観察されなかった。見かけ上の浮腫の大きさは cPLA₂^{-/-}マウスの方が37%小さかった。検鏡においては、両マウスの脳血管に差は認められなかったが、虚血後、再環流を行い、判断力を比較したところ、明らかに cPLA₂^{-/-}マウスが優っていた。虚血及び再環流の後、cPLA₂^{-/-}マウスの方が損傷度が低かったことは、cPLA₂がその発症に重要であることを示唆するものである。他の PLA₂や種々のリパーゼが脳においてアラキドン酸を遊離したりエイコサノイドを生成することが確認されているが、cPLA₂の脳損傷の誘発因子としての重要性を証明するも

のと思われる。

以上、cPLA₂は炎症におけるマクロファージ産生の誘発因子、生殖能、そして一時的な脳虚血後の神経細胞死の病体生理において重要であることが確認された。

(抄訳 本庄 功—マルハ中研)

(HONJO Isao)

Reduced fertility and postischaemic brain injury in mice deficient in cytosolic phospholipase A₂

Joseph V. Bonventre, Zhihong Huang, M. Reza Taheri, Eileen O'Leary, Michael A. Moskowitz and Adam Sapirstein
Nature, 390 : 622, 11 December, 1997

文献情報

雄の生殖機能の中の エストロジェンの役割

一般に、エストロジェンは雌性ホルモンであり、テストステロンは雄性ホルモンといわれている。しかしながら、この2つのホルモンは両方の性に存在する。つまり性の違いはホルモンの質的な違いというよりも、量的な相違とホルモンのレセプター発現の違いによるものである。雌性ホルモンであるエストロジェンは、雄の血中では低濃度だが、精巣中では非常に高濃度に存在する。雄の生殖組織にはエストロジェンレセプターが発現していることが知られているが、その役割についてはよく分かっていなかった。Hessらは、この雄の精巣内のエストロジェンの生理的な役割について報告した。

エストロジェンレセプター- α 遺伝子のノックアウトマウスを用いて検討したところ、この雄の精巣は生後20~40日齢の成熟前では正常であったが、150日齢までには萎縮していた。精子は異常で、精子を成熟、貯蔵させる精巣上体内の精子濃度は低かった。精巣内において、精巣網は膨張し、突出していた。精巣網からつながる精巣輸尿管も膨張していた。エストロジェンは精巣上体頭部で、管腔液の再吸収を調節するが、エストロジェンレセプター- α 遺伝子のノックアウトマウスでは、この機能が抑制され、精巣上体内の精子濃度が濃縮されずに薄まっていた。エストロジェンレセプター遺伝子を欠損させると、以上の特徴を示して不妊となった。

この報告では、雄の生殖機能系、特に不妊についてより解明された。また彼らは、男性における不妊の場合でも、エストロジェン欠損やエストロジェン感受性の欠如が起き精巣輸尿管内に精液が蓄積し、精巣の萎縮が起きている可能性を示唆している。近年、男性の精子数の減少傾向が報告されているが、環境中のエストロゲンの関与についても示唆している。エストロジェンレセプターは雄の生殖機能系に広く存在していることから、今後、雄性の中の雌性ホルモンのこれまで知られていなかった新たな機能が発見されるかもしれない。

(抄訳 松本 浩道—東北大農)

(MATSUMOTO Hiromichi)

Do males rely on female hormones?

Sharpe, R.M.

Nature, 390 : 447-448, 4 December, 1997

A role for oestrogens in the male reproductive system

Hess, R.A., D. Bunick, K.H. Lee, J. Bahr, J. A. Taylor, K.S. Korach and D.B. Lubahn

Nature, 390 : 509, 4 December, 1997

文献情報

アラビドプシスにおける抵抗反応 シグナルが収束すると予想される タンパク質(NDR1)

植物が病原体に対して抵抗性反応を示すには、多くの場合宿主側の R gene と病原体側の avr gene というそれぞれに特異的な単一の遺伝子座が関与している。近年アラビドプシス、イネ、トマトなど数種の植物で抵抗性遺伝子にコードされたタンパク質の解析が進んでいるが、これらはタンパク質同士の相互作用に関与すると考えられる leucine rich repeat と、下流へのシグナル伝達に関与すると考えられる nucleotide binding site や kinase domain を保持しており、avr gene 産物の認識とそこからのシグナル伝達を行っていると考えられる。しかしながら、植物がウイルス、バクテリア、糸状菌など様々なものに対して抵抗性を示す際に、病原体の種類にかかわらずほぼ一連の抵抗性反応が引き起こされることから、植物では異なる病原体を認識したとしても、そのシグナルが幾つかの共通の点に収束し、その後の抵抗性反応に続くという可能性が考えられる。

上記のシグナルの集約点の候補として、ア

ラビドプシスでは *NDR1* が見いだされている。*NDR1* はバクテリアである *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*) の *avrB*, *avrRpt2*, *avrRpm1*, *avrPph3* を保持する菌株と、糸状菌である *Peronospora parasitica* の様々な isolate に抵抗性反応を示す際に必須な遺伝子である。*NDR1* に変異を引き起こした場合、これらの病原体に対する抵抗性が失われることから、*NDR1* は異なる *avr* gene 産物を認識して活性化したシグナルが収束し、その後の抵抗性反応に続くために機能していると考えられている。*NDR1* は第3染色体上に位置しているが著者らは更にその近傍 (0.3cM) のマーカー遺伝子を絞り込み、これを元にして YACclone 中から遺伝子の単離を試みたところ、約1.1kbの重複領域をもつ2つのクローンが得られた。重複領域をさらに分割し、中性子線を当てて得られた *ndr1-1* ミュータントに形質転換した際、*P. syringae* pv. *maculicola* (*Psm*) の *avrRpt2* を発現している菌株に対して WT (Col-0) と同様の過敏間反応 (HR) をひきこす能力を回復する断片を得た。この形質転換体は *Pst* の *avrRpt2* または *avrRpm1* を持つ菌株を接種した場合の菌の葉における生育量や *Rpp* を保持した *P. parasitica* を接種した場合の分生子形成量に関しても WT とほぼ同程度の抵抗性を回復した。またこの DNA 断片をプローブとして WT と *ndr1-1* ミュータントとの間でサザン解析を行ったところ、*ndr1-1* ミュータントはこの DNA との相同領域に約1kbのディレーションが起っていることが示された。

そこで WT (Col-0) のゲノム DNA のシーケンス解析をしたところ、*ndr1-1* ミュータントに欠損していた領域にかかる形で660bpのORFが1つ見いだされた。同じ遺伝子座に変異を引き起こしている *ndr1-2* では124番目の Trp で、*ndr1-3* では31番目の Phe で変異が起り、終止コドンが形成されていた。この ORF には219アミノ酸がコードされており、1つの EST クローンと相同性を示した。そこでこのクローンをプローブとして相同 RNA の検出を行ったところ、ほぼ ORF と等しい大きさのものが WT (Col-0) から検出された。このことから、この遺伝子は単一のイントロンを含まない ORF をコードしていると考えられた。*ndr1-1* ミュータントからは相同 RNA は検出されなかった。WT (Col-0), *ndr1-2*,

ndr1-3 ミュータントにおいて、*ndr1* の mRNA は感受性と抵抗性の病原体の両方のどちらを接種した場合でも転写が増大した。*ndr1* の転写は接種後4時間からはじまり、8時間で最大となった。それ故、*ndr1* は抵抗反応によって誘導される遺伝子と考えられた。

NDR1 から予想されたアミノ酸配列について、SBASE library analysis によって既知のアミノ酸との相同性を検討したところ、19番目から38番目までのアミノ酸配列と、202番目から218番目までのアミノ酸配列がシンドビスウイルスの一種である Ockelbo virus の6kDaタンパク質や、様々な種で見いだされた inositol 1,4,5-trisphosphate receptor の膜貫通 domain と85%以上の相同性を示した。そのため *NDR1* は膜結合タンパク質である可能性が考えられた。また BLAST searches ではタバコで見いだされ、非病原性の病原体を接種した際に誘導される *hin1* と NG2 に部分的な相同性が見いだされた。

R gene は *avr* gene 産物に対して非常に特異的であるために、おそらくこれらのレセプターとして機能していると考えられる。*NDR1* に変異を引き起こした場合、R gene が存在しているにもかかわらず、その抵抗性が失われることから、*NDR1* は R gene 産物と *avr* gene 産物が結合した後、直接 R gene 産物と作用してシグナル伝達を行っているか、あるいは2次メッセンジャーとして機能していると考えられる。また *NDR1* の変異は細菌と糸状菌という全く異なる病原体両方に対する抵抗性を失わせることから、*NDR1* は植物が抵抗性を示す際に中心的な役割を果たしている可能性が示唆される。

今後このタンパク質が細胞内のどこに局在し、どのような機能ドメインを持ち、どんなタンパク質と作用するのか明らかにできれば、植物が抵抗反応を引き起こすメカニズムを解明するための大きな手がかりとなることが期待される。

(抄訳 佐々木厚子—東北大農)

(SASAKI Atsuko)

***NDR1*, a pathogen-induced component required for Arabidopsis disease resistance**

Century, K.S., A.D.Shapiro, P.P.Repetti, D. Dahlbeck, E.Holub and B. J.Staskawicz
Science, 278 : 1963-1965 (1997)

海外だより

生物殺虫剤としての組換えバキュロウイルスの改善に関する研究 ——カリフォルニア大学デイビス校での2年間——

農林水産省 蚕糸・昆虫農業技術研究所

谷合 幹代子

1. はじめに

私が1995年10月からオールギャランティーのポストドクターとして、2年間滞在したカリフォルニア州立大学デイビス校は、州都サクラメントから車で約20分のデイビス市にある。デイビス市は研究都市つくばが建設される際のモデルのひとつになったようで、周囲は畑で囲まれ、1、2時間ドライブすればサンフランシスコやレイクタホなどに遊びに行ける良い環境にあった。

デイビス校の学生数は現在約2万4千人で、カリフォルニア大学全9校の中では、ロスアンゼルス校、パークレイ校に次いで3番目の規模である。今後学生数を3万5千人に増やす計画だそうで、達成されればパークレイ校と同等の規模になる。昆虫部は約30研究室がいくつかの建物に分かれており、私はそのうちのひとつ、Dr. Bruce Hammock 研究室に所属した。Hammock 教授は環境毒物学部にも研究室を持っており、2つの研究室のメンバーは入り混じって共同研究をしていた。その総勢は教授1人、秘書4人、ポストドクターなどの研究員と大学院生がそれぞれ10数人ずつに加え、サバテikalなどで滞在する研究者や学部学生を含めると30人を超え、研究分野は有機化学から生物学まで幅広いものだった。研究の内容は大きく3つに分かれており、残留農薬の免疫学的検出法の開発、哺乳類の解毒酵素の機能解析、昆虫生化学である。昆虫グループは人数はやや少なく5、6名が2つの課題に集中していた。ひとつは昆

虫選択的サソリ神経毒の単離と構造解析であり、他方は、幼若ホルモン加水分解酵素の単離、構造及び機能解析である。両課題の成果は、遺伝子組換えバキュロウイルスによる生物殺虫剤の開発に発展して効果的な組換えウイルスが作成され、サソリ毒のいくつかは企業との共同研究により野外試験段階まで発展していた。私はこの研究室が既に作成した2つの組換えウイルスについて、殺虫剤としての効果を高めるという課題を与えられた。

2. サソリ神経毒を発現するウイルス

サソリの一種、*Androctonus australis* Hector から分離された神経毒 AaHIT は、昆虫のナトリウムチャンネルに特異的に結合して麻痺を起し、わずか1ngで肉バエの終齢幼虫を死に至らしめるが、マウスなど哺乳類には致死効果がない。そこで人間や家畜に安全な生物的防除の材料として期待され、AaHITを発現する組換えバキュロウイルスが開発された。このウイルスは、野性型ウイルスに比べて殺虫活性は高かったが、活性毒素の生産量が低いことが問題だった。そこで私は、発現のどの段階に問題があるのかを調べることにした。その結果、転写や翻訳には問題がないが、発現した毒素が細胞内で凝集し、分泌が低いことが分かった。その原因として、サソリ毒タンパク質の成熟に必要なヘルパータンパク質が昆虫細胞に欠乏しているのだろうと考え、他のタンパク質との共発現による改善を試みた。マウスから単離された、分泌性タンパク質の合成を補助する2種類のタンパク質、マウスのPDI（ジスルフィドイソメラーゼ）とBiP（hsp70ファミリーに



図1 AaHITの一次構造

線で結んだ位置がS-S結合を示す。

属する分子シャペロン) を発現する組換えバキュロウイルスを、それぞれ AaHIT を発現するウイルスと培養細胞に共感染させた。そして合成された AaHIT の凝集程度や分泌量を調べたところ、BiP は細胞内での AaHIT の不溶化を部分的に抑制する効果があることが分かった。しかし共発現した BiP と PDI は、どちらも活性ある AaHIT の分泌量を改善することはできなかった。

サソリ神経毒にはいろいろな種類のものがあるが、その基本構造は共通している。これらサソリ毒の合成に必要なヘルパータンパク質は、哺乳類や昆虫にはないサソリ独自のものかもしれない。

3. 昆虫ホルモン加水分解酵素を発現するウイルス

幼若ホルモン加水分解酵素 (JHE) を昆虫に注射すると、昆虫の摂食行動が抑制される。つまり幼若ホルモンが摂食行動に必要であることが推察できる。害虫防除には虫を殺すことは必ずしも必要ではなく、虫の摂食行動を阻止すればよいというアイデアから、研究室では JHE 遺伝子をバキュロウイルスに組み込んで生物農薬を作る試みが数年にわたり続けられてきた。JHE を発現する組換えウイルスを培養細胞に感染すると、活性ある酵素が合成されるが、このウイルスを昆虫に感染させると摂食抑制効果はほとんどなかった。その理由は、合成された JHE が、昆虫の囲心細胞というスカベンジャー器官に速やかに取り込まれて排除されてしまうことがこれまでの研究で明らかにされていた。幼若ホルモンの作用機構の詳細は不明であるが、脂溶性であるため、細胞内に浸透して作用すると考えられた。そこで、JHE 遺伝子から分泌シグナルを取り除き、非分泌型にして細胞

内で発現させることを試みた。しかし、作成されたウイルスの JHE 発現量は著しく低く、しかも発現したタンパク質の数%しか酵素活性がなかった。mRNA 量は分泌型の場合とほぼ同様に認められたため、mRNA の不安定性が低発現の理由ではない。抗体を用いた電子顕微鏡観察により、発現した JHE は細胞内の各所で凝縮しているらしいこと、また発現したタンパク質の一部は核内に存在することが分かった。したがって、非分泌型 JHE を殺虫剤として開発するという試みは失敗に終わったが、糖鎖を持たない非分泌型 JHE を用いて、酵素の性質に及ぼす糖鎖の役割について多少の知見を得た。

4. 遺伝子組換えバキュロウイルスの展望

現在殺虫剤としての遺伝子組換えウイルスは実用化されておらず、試験段階であるが、アメリカの農産物に大被害を与えているヤガ類が、実験によく用いられるバキュロウイルスの標的宿主であるため、組換えウイルス研究に対する期待は大きい。反面野外散布の環境への影響を懸念する声も高い。組換えバキュロウイルスの開発目的は、ウイルス感染から宿主の死までの時間の短縮である。これまで短縮に成功した例のほとんどが毒素の発現だった。今後昆虫特異的ホルモンやその分解酵素などの利用法が確立されれば、さらに環境に安全で、大衆の賛同が得られやすいウイルスが開発されるだろう。

5. ポスドクとしての義務

アメリカの大学では、学部学生は授業では厳しく鍛えられるが、実験実習の機会は少ないようである。デイビス校における実習の大

部分は、学生が自分で選んだ研究室の研究者（多くの場合ポスドクまたは院生）の個人指導に任されている。私の場合2年の間、学部学生3人と大学院1年生2人の実習を担当し、この負担はかなり大きかった。自分が担当した学生については、学期ごとに評価表に成績を記入しコメントを書かなければならない。また学生が大学院進学や就職を希望する際は推薦状が要求された。労力がかかった反面、若い学生と話す機会に多く恵まれて、学生の生活や考え方、アメリカにおける人物評価の基準、また大学の教育システムの一端を知ることができたのは興味深かった。

ポスドクの仕事のひとつに、予算申請書の執筆分担もあった。Hammock研究室では予算申請をする場合、教授と関連テーマを持つポスドク、学生、予算担当の秘書がチームを組み、会議を重ねて慎重に検討して申請書を書き上げていくシステムをとっていた。私の場合、USDA（連邦農務省）に継続申請する昆虫ホルモンに関する研究課題の実験計画などを約3分の1分担当した。教授に「どの程度の計画を書けばいいでしょう」と聞いたところ、「実際にできることの10倍から20倍

くらいだ」という太っ腹な答だった。幸いこの申請は合格したようだ。

6. おわりに

2年間の留学で目にはみえない収穫が多く得られたと思う。私が滞在した研究室は専門分野が異なるポスドクが集まっており、多方面からの意見を聞くことができた。また、研究室の8割はアメリカ人だったが、出身地がそれぞれ違っており、地域によって文化、教育方針などに違いがあることが興味深かった。渡米前にアメリカ人は利己的で本心を明かさないとといった偏見を持っていたが、実際は付き合いやすく、誠実で信頼でき、人柄の良い人が多いと思った。一般に社会の規則に極めて忠実で、他人の自由を束縛しないように尊重しあっている。生活の中で学んだこれらのことは、今後アメリカ人を相手に、研究における情報交換をしたり、共同研究を行っていくうえで大きなプラスになると思う。私の留学を物心両面で支えて下さった多くの方々に感謝したい。

地域を革新する新たな営農システムの確立

—営農現場に直結する地域先導技術総合研究—

- ◆とき : 平成10年3月24日(火) 10:00~17:00
- ◆ところ : 農林水産省講堂(本館7階)
地下鉄(千代田線・丸ノ内線・日比谷線)霞ヶ関下車
- ◆参加費 : 無料

◆基調講演: 水田農業の環境変化と経営再編

農林水産技術会議事務局研究管理官 八巻 正

◆超省力水稲直播栽培技術を基幹とする寒冷地大規模生産システムの確立

—噴頭回転式広幅散布機を用いた水稲湛水直播栽培—

東北農業試験場総合研究第1チーム長 伊澤 敏彦

◆大規模低コスト水田営農活性化技術の確立

—不耕起乾田直播を組み合わせた稲・麦・大豆の水田輪作—

農業研究センタープロジェクト研究第1チーム長 長野間 宏

◆平坦水田地帯における大規模米生産システムの確立

—定幅散布機を用いた超省力・低コスト水稲潤土直播栽培—

北陸農業試験場総合研究第1チーム長 澤村 宣志

◆傾斜地大規模カンキツ作における快適省力・高品質生産システムの確立

—簡易園内作業道と小型省力機械を用いた楽しくておいしいみかん作り—

四国農業試験場総合研究第1チーム長 長谷川美典

◆高生産性・高品質牛肉生産技術を基幹とする地域複合営農システムの確立

—胚移植とシバ型草地を活用した優良和牛生産—

中国農業試験場総合研究第2チーム長 小山 信明

◆寒地土地利用型農業における環境保全型・高能率地域複合営農システムの確立

—堆肥調製及びライ小麦を中心とした地域内畑畜複合営農—

北海道農業試験場総合研究第3チーム長 秦 隆夫

◆暖地複合農業における高生産性営農技術の確立

—省力粗飼料生産とふん尿の適正施用による「水稲+酪農型」営農—

九州農業試験場草地部長 名田 陽一

◆総合討論:

主催 : 農林水産省農林水産技術会議事務局

協賛 : 生物系特定産業技術研究推進機構

(社)農林水産技術情報協会

(社)農林水産先端技術産業振興センター(STAFF)

(問い合わせ・申し込み先) 農林水産技術会議事務局企画調査課

TEL : (03) 3502-8111 (内線5047, 5048)

(03) 3501-9886 (直通)

FAX : (03) 3507-8794

※事前に参加申込みをお願いします。会場の都合により定員になり次第締め切らせていただきます。

編集後記

ナシ黒斑病菌の培養液をシャンパーランのフィルター（陶製）でろ過し、ナシの葉の上に点滴してネクロシスの現れ方を調べるのが私の卒論のテーマでした。あれから50年、ついこの間のことのように思われますが、その後研究は急速に進んで、毒素が単離され、化学構造や作用機構も解明されました。病原菌の産生する毒素で宿主植物にのみ毒性を示すものを宿主特異性毒素といいます。この分野の研究は植物病理学の中でナシ黒斑病菌毒素(AK 毒素)を中心に世界をリードしています。本号で紹介していただいた「ゴールド二十世紀」も「おさゴールド」もγ線を照射した変異株の中から AK 毒素を使って黒斑病抵

抗性を検定して選抜されました。毒素が育種の分野でこれほど貢献するとは当時は夢にも思いませんでした。名産「二十世紀」も「おさゴールド」に生れかわって二十一世紀でも活躍し、消費者の皆さんに愛好されることを願ってやみません。

この度、編集係を交替することになりました。創刊号以来11年間、購読者、執筆者、生研機構、情報協会をはじめ関係機関の皆様の温いご理解とご支援に支えられて、楽しく編集を続けることができたことを喜ぶとともに心からお礼申しあげます。今後とも本誌をよろしく願います。（大畑）

お詫びと訂正

前号（65号）の「海外便り」30頁に次のような誤りがありました。お詫びして訂正します。

	誤	正
下欄外	OHKURA	OOKURA
左欄下から5行目	octacetate	octaacetate

ブレインテクノニュース（第66号）

平成10年3月15日発行

発行者 眞木秀郎

発行所 生物系特定産業技術研究推進機構

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目18番19号 虎ノ門マリビル10F
TEL. 03-3459-6565 FAX. 03-3459-6566

編集 (社)農林水産技術情報協会

〒103-0026 東京都中央区日本橋兜町15-6 製粉会館6F
TEL. 03-3667-8931 FAX. 03-3667-8933