

北米の馬鈴しょ採種事業(1)

日本種馬鈴薯協会顧問 塩田 弘行

平成6年(1994)12月、アメリカ合衆国(以下米国)モンタナ州ブースマン市(Bozeman, Montana)で米国馬鈴薯協議会種馬鈴しょセミナーが開催され、思いがけずも招待を受け、出席の機会が与えられた(本号22ページ参照)。このセミナーは北米で“保証つき種馬鈴しょ*”(以下種馬鈴しょ)生産を行っている米国15の州とカナダとが毎年会場をもちまわりして開くもので、今回は第13回目である。セミナーの開催が12月であったので、米国北部ではすでに馬鈴しょの収穫は終っており、生産の現場を見ることはできなかったが、講演の内容、入手した資料などにより、北米での採種事業の一端をかいま見ることができたので、以下知り得た情報の範囲で概要について述べてみたい。

* 公の機関による、生育中および収穫後の検査を受け、品質を保証されて普通栽培用として流通する種馬鈴しょのことで、広義には増殖段階のすべての種いもを意味し、狭義には一般栽培に用いるものを指す。日本の採種は産のものは後者に相当する。

1. 北米の馬鈴しょ事情概観

地理的にはパナマ以北のアメリカ大陸と付近の島を北アメリカと呼ぶが、人種・文化等を基準にすると、主としてアングロサクソン民族で構成される米国とカナダとをアングロアメリカといい、メキシコより南の中央アメリカを含めて南アメリカにいたる地域をラテ

ンアメリカと呼んでいる。馬鈴しょの生産流通の面からみると、米国とカナダとでは栽培品種・生産の規模と手段・いもの利用面などで共通するものが多く、また種馬鈴しょは両国間での交流は自由である。

(1) 生産状況

アングロアメリカ地域は馬鈴しょの生産消費量が多いが、その生産量は1991年度で米国が18,970千トン、カナダが2,780千トンであり、米国は世界第4位であるが、カナダのそれは日本よりやや少ない。ちなみに生産量の多い国を順に述べると、旧ソ連(当時)・中国・ポーランド・米国・インド・ドイツ・オランダ・イギリス・フランス・スペインとなっており、中国とインドとが西欧諸国よりも上位にあるのはやや意外な感もするが、国土が広く人口が多いこと、そしてこの作物が広く適応性をもっていて、それぞれの地域において栽培法などが工夫され能率的に生産され、また消費されているため、と思われ、全世界的にみてこの作物の将来に明るさを感じさせる。

カナダはそのほとんどの地域が緯度上から北海道よりも北にあるため、馬鈴しょの栽培はすべて春に植付け秋に収穫する型である。気象条件が多様である米国では年間をとおしてどこかで生産されてはいるが、生産量が多量なのはカナダ同様春植え秋収穫の型で

あって全生産量の86.9%がこれにあたり、また生産量は僅かではあるが、極北のアラスカ州でもこの栽培型で生産されている。なお冬季、春季、夏季に収穫されるものの比率はそれぞれ1.2%、6.1%、5.8%であり、新鮮な青果物としての馬鈴しょを全米に供給している（米国農務省農業統計局）。春植え秋収穫型の主産地は以前はメイン州など東北部が中心であったが、現在ではアイダホ・ワシントン・オレゴンなどの西部州にうつっており、この地域では夏季間雨量が少ないのが常で、かんがい施設をもつ産地が多い。これら3州に次いでウイスコンシン・コロラド・メイン・ノースダコタ・ミネソタ・ミシガン・カリフォルニア・ニューヨーク・ペンシルバニア各州が多い。冬季収穫型は南部カリフォルニア・フロリダの暖かい地方で、春季収穫型は前2州のほかノースカロライナ・アリゾナ両州で、また夏季収穫型はニューメキシコ・テキサス・カリフォルニアなど南部のほか、コロラド・バージニア・デラウェア・ミネソタ・ミシガンなど中北部州で、それぞれ生産される。

カナダは全土にわたって秋収穫型の栽培が行われるが、特に東部諸州に多く、プリンスエドワードアイランドでは種いもが生産され、カナダ・米国両国に供給されるばかりでなく海外にも輸出され、同国はオランダに次ぐ世界第2の種いも輸出国となっている。

なお、オランダとカナダとでは生産される種いもが対照的で、前者はほとんどが黄肉品種で切断せずにそのまま用いる小粒であるのに対し、後者は白肉品種が多く、種いもは大きく通常切断して用いている。とり入れる栽培法、国民のいもに対する嗜好の違いなどにより輸出相手国が異なる。

(2) 消費状況

米国での消費面をみると、販売ルートに乗らないものとしては自家用種いも、生産者の自家食用とするものがそれぞれ総生産量の1.2%、0.2%ときわめて低率であり、89%が販売に向けられるが、食品加工用、青果用（食卓用）、種いもがそれぞれ総生産量の54.4%、30.5%、6.0%を占め、生産されたものの半分以上が加工にまわされており、この点が日本と事情が異なる。なお加工品では冷凍フレンチフライがその半ばを占め、以下ポテトチップ（含シューストリング）、脱水馬鈴しょ、フレンチフライ以外の冷凍馬鈴しょ、かん詰、の順となっている。家畜飼料として用いられるいもは僅かで、また馬鈴しょを用いてのでん粉生産はさらに少ない。

米国の年間1人あたり消費量は1989年に56.8kgで、うち家庭・レストラン等で調理されるいわゆる食卓用（table use）は22.4kgで、加工品の計34.4kgよりも少ない。加工品のうちもっとも消費量の多いのは冷凍品で21.0kgである。食卓用のいもがどのように調理されているかは明らかではないが、加工品の消費傾向からみてもその多くがフライなど油を用いての調理であることが想像される。家庭における食生活の能率化・省力化が望まれるゆえんであろうが、それにつれてフレンチフライなどの加工向け品種の栽培が多く、主産地の1つアイダホ州ではラセットバーバンク種（Russet Burbank）がそのほとんどを占めている（米国農務省農業統計局）。

カナダの年間1人あたり消費量は1988年に67.9kgで米国よりやや多い。同国においても馬鈴しょ食品加工業は盛んで、製品の一部は日本向けに輸出されている。

2. 種馬鈴しょ生産地域と栽培面積

種馬鈴しょは米国のアラスカ・カリフォルニア・コロラド・アイダホ・メイン・ミシガン・ミネソタ・モンタナ・ネブラスカ・ニューヨーク・ノースダコタ・オレゴン・ユタ・ワシントン・ウイスコンシン¹⁵の15州 (state) とカナダで生産される。

米国各州はそれぞれに独自の種いも生産・品質保証事業の計画と組織をもっている。カナダは行政区画上10の州 (province、ほかに2つの直轄区) にわかれているが、種いも取扱い上は州によるちがいはなく、全州をと

おしただ1つの種いも品質保証機関、全州共通の種いも等級名称と等級基準をもっている。

米国における馬鈴しょ生産は東北部諸州からはじまったため、種いも生産も当初はこれら地方で多かったが、最近主産地が西北部にうつるにともなって、この地域でも採種事業がはじめられるようになった。1990年度の米国の種馬鈴しょ作付面積は約7万ヘクタールであり、これは同国の総馬鈴しょ面積54万3千ヘクタールの12.8%にあたる。採種事業の盛んなところはアイダホ・ノースダコタ両州で、この両者で米国の採種面積のほぼ半ばを占めている。

図1 北米の馬鈴しょ採種地帯



米国で採種事業の行われる州

1. アラスカ 2. カリフォルニア 3. コロラド 4. アイダホ
5. メイン 6. ミシガン 7. ミネソタ 8. モンタナ
9. ネブラスカ 10. ニューヨーク 11. ノースダコタ
12. オレゴン 13. ユタ 14. ワシントン 15. ウイスコンシン

米国で冬季検定が行われる州

16. フロリダ

カナダで採種事業のもっとも盛んな州

17. プリンズエドワードアイランド

カナダでも多くの州で種いも生産が行われているが、主産地は最東部の小島プリンスエドワードアイランド州で、前記のように生産されたものの多くは輸出されている（図1）。

3. 採種事業発展の経緯と機構

19世紀後半から20世紀はじめにかけ、馬鈴しょの主産地であったドイツ・オランダでは病害による損失が大きく、これら原因の解明とそのまん延防止のため多くの研究調査がなされ、その結果観察により早期に健全でない株を取り除くことによって残りの株が健全に保てることがわかった。ほどなくして同様の調査が米国でもはじめられた。

1905年、ウイスコンシン州に種いも改良協会が設立され、つづいて1913年に同協会は州機関による検査と生産のための計画を支援することを決定したが、これが北米での公的な種いも生産事業のはじめであった。この事業の主たる目的は、その後続いて発足した他州での計画も同様であるが一般販売用馬鈴しょの品質と生産性の改善であって、この目標に合致させるためには信頼性の高い筋からの十分な種いもの供給が必要である。

ミシガン州では1911年に生産者が、種いも生産に際して品質証明を付ける必要性を認め、1921年にはこれについての規則を定めたが、同州の種いも生産計画はすべて生産者の拠金によって支えられ、州立大学・州農務省と共同で生産者の代表者会によって運営されてきたことは特筆すべきである。これら両州について1913年にはニューヨーク州でウイスコンシン州と同様の事業計画がたてられている。

北米の種いも生産地を代表するといわれたメイン州での組織的な種いも生産は上記各州

にくらべるとその発足は意外とおそく、1945年に州の立法によってメイン州馬鈴しょ局が設立され、州政府が直接に生産に着手することとなった。1947年にはこのための農地を同州Porter Farmに確保し、翌48年はじめて生産のための植付がなされ、また馬鈴しょ貯蔵所などの施設が建てられた。

種馬鈴しょが備えるもっとも重要な資質である無病化については、基本となり重要な作業である畑での病株、健全でない株の早期とりのぞきのほか、ウイルス病検出のために開発された血清反応検定・接種試験が随時導入され、品質の保持につとめた。また種いもを含め一般馬鈴しょ生産の大きな障害となるがんしゅ病（wart）・ジャガイモシストセンチュウ（potato cyst nematode）が一部地域に発生したこともあったが、組織をあげての異常な努力により局地に封じ込め、広い地域へのまん延を抑えている。

全北米を通じての採種事業の大きな転換期は2回あり、その1回目は1960年代に世代限定種いも生産方式（limited generation flush out system）がとり入れられた。これは増殖のもととなる母個体集団から一般栽培用の種いもとして販売出荷するまでの年数を定め、それを経過したものはいかに品質がよく問題点がなくても、種いも生産のためにくり返し用いることを禁止する方式である。その年限は後述するように州の事情によって若干異なるものの、室内増殖期間をのぞく畑での年数は5年ないし8年である。第2回目は1980年代はじめ、増殖基幹となる母個体集団をつくり出すために生長点培養法などをとり入れた、世代限定方式の改良である。これによって母集団はウイルス・ウィロイド病（virus, vir-

oid) ばかりでなく、種いもに起因する他の病害に対する無病化が一層徹底して実施されるようになり、品質向上に資するところが大きい。

品質保証業務を含めて種いも生産にかかわる機関は州により多少の違いはあるが、中心となっているのは州立大学である。これに州農務省・郡の農務担当部局・普及関係部局、それに生産者の代表を加えて種いも生産にかかわる協会 (association) が設立されている場合が多い。

4. 種いもの増殖体系

前記のように現在全北米をとおして世代限定種いも生産方式がとり入れられており、同一段階 (等級) を2年以上くりかえすことはできない。各州の畑における増殖年限と等級名称を示せば表1. のとおりである。多くの州では畑に植えられる前段階で通常1年間室内 (実験室・温室など) で増殖のもととなる

種いもが生産される。

種いもを生産するにあたって整えるべき必要条件として各州とも次の項目をあげている。

① 種いも生産者は種いも以外の一般商品用を生産してはならない。

② 畑で数回の検査を受けなければならない。しかも無病でなければならない。

③ 2年続けて輪腐病 (bacterial ring rot) 発生が皆無であるとの実績をもつ生産者だけが基本クラスの種いも生産に携わることができる。

④ 種いもを生産する目的で植付ける種子は冬季検定に合格したものでなければならない。

⑤ 種いも生産専用の機械器具・貯蔵容器を用いなければならない。

⑥ これら機械器具等は年に1回は完全消毒をしなければならない。

5. 種いも生産の例

種いもが、どの段階でどのような取扱いを

うけて増殖され

てゆくのかにつ

いて、メイン州

の例をひいて述

べれば次のとお

りである。

1) 増殖基

幹母個体集団生

産プロジェクト

の発足

1981年に州の

管理のもと、温

室・病害検定用

実験室などの建

物が設けられ、

表1 北米の種いも増殖年代と等級名称

州 名	畑 で の 年 代							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ア ラ ス カ	G2	G3	G4	G5	G6			
カリフォルニア	N	G1	G2	G3	F	C		
コ ロ ラ ド	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	
アイダホ	N	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
メ イ ソ ン	Maine Seed Board Farm	Potato		N1	G1	G2	G3	G4
ミ シ ガ ン	N	G1	G2	G3	G4	G5		
ミ ネ ソ タ	N	G1	G2	G3	G4	G5		
モ ン タ ナ	N	G1	G2	G3	G4			
ネ ブ ラ ス カ	G1	G2	G3	G4	G5	G6		
ニューヨーク	Uihlein Farm		G1	G2	G3	G4	G5	G6
ノースダコタ	N	G1	G2	G3	G4	G5		
オ レ ゴ ン	N	G1	G2	G3	G4	G5		
ユ タ	N(G1)	G2	G3	G4	G5	G6		
ワ シ ン ト ン	N	G1	G2	G3	G4			
ウイソコンシン	U of W Farm	FG1	FG2	FG3	FG4	C		
カ ナ ダ	PE (G1)	E1 (G2)	E2 (G3)	E3 (G4)	E4 (G5)	F (G6)	C (G7)	

G=Generation

N=Nuclear

F=Foundation

C=Certified

E=Elite

PE=Pre-Elite (米国馬鈴しょ協会種馬鈴しょ部資料より)

FG=Foundation Generation

州立Porter Farmに供給する増殖母集団を生産するプロジェクトが発足したが、このプロジェクトのねらいとするところは、採種事業の出発点となる基幹個体を組織培養等により新たに作り出すことによって、従来行われてきたいもからいもへと増殖するサイクルを廃止することである。この手段を取り入れることによって、種いもの増殖がより速やかとなり、病害侵入の危険を最少限に止めることができた。増殖のもととなる組織をとるまえに、または組織の培養をはじめるまえにウイルスについてはELISAほかの方法で、スピンドルチューバーウィロイドについてはDNA hybridizationにより罹病の有無を確かめ、また黒あし病 (black leg) などの細菌病についても調べられ、無病の組織だけが新植物を形成する材料として用いられる。この方法は無病化対策のほか次の効用がある。

①収量の増加、②株の増勢、③形状の均一化の保持、④新品種種子の急速増殖、⑤馬鈴しょ産業界の、新品種の早期利用

増殖基幹個体の生産方法として茎挿し法 (stem cutting)、葉芽挿し法 (leaf bud cutting)、生長点培養法 (meristem tissue culture) の3つを取り入れている。

2) 茎挿し法

茎挿し法は幼植物検定を行って無病を確かめた種いもを増殖材料として春季に実施する。摘芯をして側枝を誘発させ、生じた枝を切りとって単位ごとに殺菌した鉢にうつして発根させる。発根した茎は畑に移植し、水分が不足しないように直ちにかん水する。単位ごとにELISAおよびDNA hybridizationにより検定を行い、罹病の有無をしらべる。早期に茎葉を枯らし単位ごとに収穫し、冬季温暖な

フロリダ州で検定を行う。これら収穫されたいもは基幹種 1 (Nuclear 1 - 以下 N 1) に格付される。

3) 葉芽挿し法

葉芽挿し法は温室で実施されるが、葉腋に小さいもを着生させ、それを次年の春畑に植付ける方法である。増殖のもととなるいもを温室に植付け母株を生ぜしめ、いもまたは新しく生じた葉を用いてウイルス・ウィロイド・細菌病について検定を行うが、40~45cmの高さになるまで生長させたのち、葉と葉腋とがそれぞれに着くように約3cmの長さに切る。切りとった茎を単位ごとに砂に植付け、湿度を保ちながら4ないし6週間管理するが、その間に葉腋に小さいいもができる。母株単位にこのいもを収穫し、次年に畑に植付ける。前項同様の取扱いを行い、収穫したいもは同じく N 1 に格付される (図 2)。



4) 生長点培養法

無病であることを確かめたいもより生じた萌芽の先端から無菌状態で生長点を取り出し、液状培地中の試験紙上に置き、弱い照明の下で育成する。生長点が大きくなったら固形培地上に移し、明るい照明下で培養する。4ないし8週間を経過すると幼植物を生ずるので、

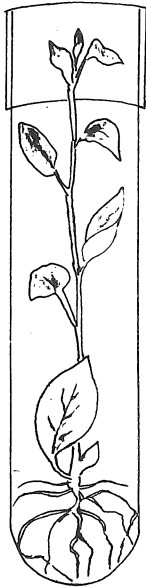


図3 生長点培養法

次年に畑に植付け、生育期間中に病株をとり
のぞき、早期に地上部を枯らし、収穫してバ
ラ積みとされるが、これらのいもはN2に格
付される。このうち大きさが径2.5ないし5
cmくらいのものが次年に販売用種いも生産
のために用いられる。

6) 販売用種いもの生産

メイン州馬鈴しょ局所有のPorter Farmに
おいては、N2とN3格のものは販売用種い
も生産のために植ええられるが、できるだけ切
らない全粒のままの種いもを用いるのがよい。
8月上旬ないし中旬の、早い時期に茎葉を枯
らす、すべての畑に、病害防除と早期収穫
を可能にする目的で少なくとも1回乾燥剤が
散布される。収穫されたいもは病害防除のた
めに殺菌剤処理が行われる。その後環境調節
され通風装置のある場所で春まで保管され、
3月または4月に種いも生産者の手許にとど
くよう選別されるが、配送はバラ積み、また

その後は節をつけて切り
とり培養をくり返す。発
根した切片は6月中旬頃
に畑に植えるが、その3
～4週間前に仮移植する。
1つの生長点より生じた
幼植物群は単位としてま
とめて植えられ、病害検
定をうけて収穫される。
これらもまたN1に格付
される(図3)。

5) 基幹種2(N2) の生産

N1に格付された種い
もは冬季間に、後日の植
付に備えて切断される。

は袋詰めによる。この配送されたいもは、そ
の後の種いも増殖のために用いられる。

7) 収穫後の検定

メイン州産種馬鈴しょの収穫後の検定は、
フロリダ州にある州馬鈴しょ局所有の農場で
実施される。規則に従い、生産者は州農業食
糧資源省作物生産局に登録されているすべての
畑の各種いも区分(lot; 他と区別し、記
録を保つ目的で生産者が設ける畑の区分)か
ら検定試料を提出しなければならない。

試料は10月に提出され、休眠打破処理のの
ち、11月初旬にフロリダ州に輸送される。植
付は通常11月中下旬までに終了し、1月初旬
には病害の検定が可能となるほどの大きさに
生育する。検定の結果は1月中旬に各生産者
に知らせることができるが、結果はフロリダ
テスト・パンフレットとして出版され、種い
も生産者・取扱者・消費者(購入者)に配ら
れる。

関係する生産者が負担する経費を節減する
ため、フロリダ州に植えられた株は成熟期ま
で育てられ、収穫物はポテトチップ生産工場
に販売される。

6. 品質検査とその基準

種いも品質の検査は採種事業の中核となる
重要業務である。各州にある種いも改良委員
会などの機関の要員により、畑での生育中、
収穫後または貯蔵中のいもについての検査が
行われるが、多くの州では生産者は委員会に
申込書を提出し、検査料・人件費その他の費
用を支払わなければならない。

生育中の畑での検査は最低2回、場合によっ
てはそれ以上実施されるが、貯蔵中の種いも
については行われないこともある。

品質の基準、すなわち検査時の対象病障害存在の許容範囲についても州により差異があるが、広い北米では限定した地域だけに発生している重要病障害などがあるためであろう。

各州を通し、もっとも厳しい基準をもって扱われているのは輪腐病で、検査時に全く発見されないことが合格の条件となっている。この病害について、とくに厳重な規則が設けられたのは1960年代であるが、それ以前に北米で本病がどのように発生し、どのような対策がとられたのかは不明である。日本では1947年に本病の存在が確認されたが、馬鈴薯原原種農場が設立された折でもあって、これを出発点とする採種体系をととして厳しい対策がとられた。

それは北米におけるよりもはるかに徹底しており、検査時に病個体が存在しないことはもちろん、植付前から収穫後を通しての全生産過程において病個体が1個でも発見されれば当該畑ばかりでなく、同系統 (lot) の種いもを用いた畑すべてを種いもとして不適とするものであり、このような徹底した方策に

よってきわめて短年月で同病の発生をみなくなったのはまことに幸であった。

日本に存在しない病害として、米国およびカナダの一部にスピンドルチューバーウィロイド病があるが、これに対しては発生地域では病個体の存在をきわめて厳しい基準のもと認めざるを得ない状況にある。

未発生地域では輪腐病同様検査時に全く認められないことが、検査合格の基準となっている。

カナダでもっとも多く種馬鈴しょが生産されているのは最東部のプリンスエドワードアイランド州であり、大陸から離れていて重要病害虫防除は行いやすく、また種いも証明制度により課せられた厳しい規則がある。同州 (島) では一般食用いもも栽培されており、以前に輪腐病・スピンドルチューバーウィロイド病の発生をみたが、防疫当局の努力によって現在ではほとんど除去されたものと思われる。

若干の州の種いも品質基準については表2のとおりである。

表2の1 ミシガン州産種いもの品質基準 (%)

病障害の種類	等 級					
	N	G1	G2	G3	G4	G5
スピンドルチューバー	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
強度のモザイク	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
葉 巻 病	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
小 計	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
輪 腐 病*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
異品種の混在	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3

*輪腐病についてはlotが完全に無病であるとの意味ではないが、検査時に検出されなかった、との意である。
ウイルス病、異品種についてはとりのぞくべき株が観察されたことを意味する。

表2の2 ウィスコンシン州産Foundation (基本種)、Certified (採種) 産種いもの品質基準 (%)

病障害の種類	等 級	
	Foundation	Certified
スピンドルチューバー	0.10	1.0
モザイク病	0.25	1.0
葉 巻 病	0.25	1.0
小 計	0.25	3.0
輪 腐 病	0.00	0.0
異品種の混在	0.00	0.1