〝被曝農業時代〟を生きぬく

第５回

チェルノブイリ原発事故後に「経営改善した！」高濃度汚染地帯ベラルーシ農家の営農技術

本誌副編集長・浅川芳裕

11月上旬、ベラルーシを訪問した福島県のチェルノブイリ原発事故調査団は国立放射線学研究所を訪れ、農業の現状について意見交換した。

日本の除染対策に対し、同所長は「農地の表土を削って除染すると、土地の肥沃度が下がってしまい農地として使えなくなる」（11月3日付産経新聞）と述べ、国の提示する除染方法に懐疑的な意見を述べた。そのうえで、「農地を死なせず、内部被ばくを防ぐことが重要」だとアドバイスしたという。ベラルーシではチェルノブイリ事故によって、２２０万人の住む国土の23％が汚染された。しかし、セシウム１３７が㎡当たり14万８０００Bq以下の農地では、農業生産が継続されてきた。では、ベラルーシではどうやって農地を活かしながら、汚染地域の復興をやりとげていったのか。

先月号のウクライナに続き、今月は高濃度汚染された農地でのベラルーシで実施された営農技術とその経済効果について各種論文（２００３年時点）を抜粋しながら紹介したい。とくに穀物や飼料作物、豆の代わりに栽培が伸びたジャガイモを取り上げる。

第一に、汚染された農地も通常の農地も農業の基本は同じである。

「土壌肥沃度の向上、そして維持が極めて重要だ。肥沃度が土壌特性を左右するからで、場合によっては低収量を引き起こすポドゾルビソル（粘土が集積した層に漂白層が侵入した土壌。別称アルベルビソル）や湿土を形成してしまう。酸性土壌への石灰散布や堆肥投入と同時に、均衡した肥料量を施肥する方法が土壌から植物への放射性核種移行を抑制し、農作物の収量、収益を上げるのに最も普及している適切かつ有効な対策である」

決め手は石灰散布

以下の対策が効果を発揮した（註：日本の土壌と性質が違うため直接適用はできない）。

「石灰散布により、ポドゾルビソル土壌の水素イオン濃度（pH）は５・０から６・５～７・０（ＫＣＩ溶液）に変化し、多年生牧草中のセシウム１３７蓄積は半減した。しかし、ソドゥ・ポドゥゾル（湿潤寒冷気候帯の北方針葉樹林下に典型的に発達する土壌）壌質砂土を用いた栽培では、最高収量を記録した時のpH値は、大麦６・７、ジャガイモ５・９、ルーピン４・９と作物により異なった。対策法を選択する上で大事なことは、収穫した増収分の価値を考慮することだ。ジャガイモ栽培において放射性物質の吸収低減の面からも、経済的な面からも正当で最適な石灰散布の処置例を表１に示した。」

具体的な施肥法とその経済性はこうだった。

「６ｔの苦灰石と窒素70・リン60・

■表1　ジャガイモの収量と放射性核種蓄積に及ぼす肥料施肥と石灰散布の影響

処置	ジャガイモ収量（t/ha）	純収益（ユーロ/ha）	セシウム137濃度（低減係数）	ストロンチウム90濃度（低減係数）
対照処置（pH値4.9）	16.2	−	1.0	1.0
苦灰石 6t（5.9pH）	17.6	67	1.6	
苦灰石 18t（6.7pH）	15.4	-95	1.7	−
窒素70 リン60 カリウム160（4.9pH）	24.3	403	1.8	1.2
窒素70 リン60 カリウム160（5.9pH）	26.4	509	2.1	1.5
窒素70 リン60 カリウム160（6.7pH）	23.1	298	2.3	1.7
LSD法	1.4			

セシウム137濃度は土壌１㎡当たり37万Bq、ストロンチウム90濃度は3万7000Bq、対照処置を受けたジャガイモ塊茎中のセシウム137の放射能は１kg当たり10.2Bq、ストロンチウム90の放射能は11Bq。

※参考文献：REMEDIATION STRATEGY AND PRACTICE ON AGRICULTURAL LAND CONTAMINATED WITH 137Cs AND 90Sr IN BELARUS, Eurosafe. Paris, 2003. 25&26 November 2003.Environment and Radiation protection.

カリウム160肥料を組み合わせた施肥によって、ジャガイモ収量はha当たり26・4tに増え、セシウム137は2・1分の1に減った。この処置による純利益はha当たり5099ユーロ（約6万7000円・2003年現在）であった。石灰散布と高濃度の苦灰石（ha当たり18t）を組み合わせた処置では、土壌は中性反応（pH値6・7）を示したが、収量と純利益は大幅に減少した。しかし、肥沃な土壌環境で栽培された場合は高い収益性（ha当たり298ユーロ）を維持した。ha当たり18tの苦灰石を不毛な土壌へ投入すると、ha当たり95ユーロの経済的損失となり、明らかに過当であった。同様にha当たり18tの苦灰石を今度は肥沃な土壌に用いると、対照処置と比較して収益性は高く、放射性核種は低減し、セシウム137の低減係数は2・3、ストロンチウム90は1・7であった」

次にこれまでも繰り返し述べてきた基本を押さえておこう。

「セシウムの化学的性質に類似しているとされるカリウムは、土壌から植物への放射性セシウム移行を効果的に抑制することができる。しかし、その抑制効果は土壌中のカリウム含量に大きく左右され、カリウム施肥の効果に影響する。セシウム137の吸収遺伝子は作物により異なり、その相違は非常に重要であるが、これらもまた土壌中の交換性カリウム含量に左右される」

この実証実験の結果を述べる。

「実験は、カリウム含量が異なる複数の土壌で行なわれた。窒素、リンとバランスを保ったカリウムが量を変えてそれらの土壌に投入された。ポドゾルビソル壌質砂土中の交換性酸化カリウム量をkg当たり150から250㎎に変更したところ、作物収量は大幅に増え、土壌からのジャガイモ塊茎や穀類への放射性セシウム137の移行は1・8～2・0分の1低減した。ha当たり160～240kgの酸化カリウムを含む高カリウム肥料は、カリウム含有の少ない壌質砂土での栽培に効果的である。カリウムが豊富な土壌（酸化カリウムがkg当たり250㎎以上）には適量の炭酸カリウム肥料を施肥しただけで効果が現れる」

輪作にはマメ科植物

輪作体系では何が重要か。

「輪作にマメ科植物を加えることは、タンパク質収量の増加と土壌肥沃度の向上に非常に重要である。チェルノブイリ原発事故後、マメ科作物はしばらくの間、除外された高濃度汚染地域では特に有益だ。土壌肥沃度とカリウム肥料量に応じ、放射性核種がマメ科植物へ移行するパラメーターを明確にする研究が行なわれてきた。エンドウとクローバーを用いた実験がゴメル地域の試験農場のポドゾルビソル壌質砂土で行なわれた。酸性度の異なる土壌を使用し、カリウム肥料量はhaあたり60、120、180kgの3段階にした。土壌のセシウム137濃度は㎡当たり40万7000～50万3000Bq、ストロンチウム90濃度は4万1000～4万4000Bqであった。最適なカリウム量（エンドウにはリン60・カリウム120、クローバーにはリン60・カリウム180）を投入すると、エンドウは30％、クローバーは78％の収量増につながった。また、これらの作物中の放射性核種濃度は1・8～2・2分の1低減した。バランスのとれた品質は純収益（ha当たり30～50ユーロ）を生み、放射能汚染された土壌でのマメ植物栽培の拡大の可能性につながった」

農家の内部被曝を抑え経済的自立を促すジャガイモ栽培

ベラルーシで原発事故後、個人農場でもっとも作付が伸びたのがジャガイモだ。その背景と要因は何か。

「ジャガイモと牛乳は人の食生活の基本となる製品である。特に地方ではこの傾向が強い。最近の研究により、ベラルーシの汚染地で栽培されたジャガイモ塊茎中のセシウム137は暫定規制値を超えないことがわかった。しかし、一人当たりの年間ジャガイモ消費量は240～300kgにもなり、家計のかなりの部分を占める。したがって、ジャガイモに含まれるセシウム137を減らし、収量を上げることは、汚染地域の地方に暮らす住民の生活の質向上につながる」

もともとベラルーシのジャガイモ消費量は世界一であり、主食である。

「個人の栽培区画に保護対策を講じることは、知識不足と財政難のために制限された。とはいえ、地方の住民が自己修復や自己啓発プロセスに参加することが、放射能汚染地域の生活の質を向上させる方法になり得る」

自給的な農家にとっては自家消費の内部被曝を抑えながら、同時に増収技術を身につけることで、経済的な自立を促すことが重要だ。そこで以下のプロジェクトが実施された。

「00～02年にかけて、ベラルーシのブレスト州ストーリン地区の4村落で、ジャガイモ・プロジェクトが進められた。03年には、プロジェクトはモギリョフ州のスラヴゴロド市の2地区に拡張された。これら6集落の農民は、ジャガイモ中の放射性核

■表2　菜種生産方法の有効性

対策方法	菜種製品による放射能低減効果	
	セシウム137	ストロンチウム90
石灰散布	14%	42%
肥料施肥（窒素90 リン90 カリウム180）	42%	27%
6tの石灰散布と肥料施肥（窒素90 リン90 カリウム180）	45%	59%
品種選択	2.5分の1	3分の1
菜種油加工（原油）	250分の1	600分の1

種を減らし、ジャガイモ収量を上げるためにチームの一員として参加した。ジャガイモ塊茎のセシウム137濃度はkg当たり10～69Bqと幅があった。ha当たり40～80tの堆肥が投入された土壌でジャガイモが栽培された。個人の小区画のジャガイモ収量はha当たり15～20tほどであった。参加者は従来の技術と合わせて、新たに開発された栽培実験技術を自分の区画で試すことができた。その実験技術は、新ジャガ品種の種イモの選択、肥料散布、植物保護の分野に及んだ。この技術を用いると、対照区画と比べてジャガイモ収量は1・6倍になり、放射性核種濃度は20～30％低減した。ジャガイモの実験に投資した1ユーロは、1・5～2・0ユーロの純収益となった。したがって、個人の汚染農場で栽培されたジャガイモの収量と含有放射能を管理することは、地域住民の被ばく量を減らし、家族生活にも良い影響を与えた」

日本のジャガイモ（野菜）に対する暫定規制値はkg当たり現状500Bqである。それに比べて、ベラルーシではプロジェクト前にすでに10～69Bqであったにもかかわらず、その値を低減させるための技術開発と営農活動が個別具体的に行なわれていった。

油加工で放射性物質を最大600分の1に低減

ジャガイモ以外では、非食用の工芸作物栽培も行なわれた。

「工芸作物生産を目的にした汚染地の利用は、科学的にも実用的にも興味深い。過去10年間ベラルーシでは、国際プロジェクトの一環として、菜種をバイオディーゼルやバイオ潤滑剤へ加工するアイデアを実現しようとする試みがあった。環境に対する安全性は高いが、鉱油由来の製品との価格競争には勝てない。現在ベラルーシ市場では、食用油が競争力を発揮しており、食用油用の菜種加工は長期的にも農村経済を活性する可能性がある。95～01年にIAEA（国際原子力機関）プロジェクトの枠組みの中で、この研究と製造が行なわれた。菜種の藁や鞘には吸収したセシウムの70・2％とストロンチウムの88・3％、根にはそれぞれ26・5％、5・9％が蓄積される。土壌植物ならびに飼料から動物へ、そして人間への食物連鎖に入り込む可能性があるのは、菜種油に含まれるセシウム137のわずか3・2％、ストロンチウム90の5・8％のみだ。菜種の栽培、加工方法の有効性が比較検討された（表2）」

その方法と成果はこうだった。

「研究された化学肥料を用いると菜種中の放射性核種濃度は45～59％低減した。放射性核種蓄積が最小の菜種品種の選択により、菜種の放射性核種の吸収は2・5～3分の1に抑制でき、油製品加工技術を用いると250～600分の1に低減することができる。セシウム濃度が㎡当たり55万5000Bq、ストロンチウム濃度が5万5000Bqの汚染の強い壌質砂土で栽培された菜種でさえ、その精製油サンプル中の測定値は検出限界を下回った。通常、濃厚飼料に用いる菜種油糟の添加物は平均10％であるため、油糟中のセシウム137とストロンチウム90の濃度は許容限度内にあり、全動物へ制限なしに与えることができる。菜種栽培と加工は農家にとっても加工業界にとっても有益な技術だ。農家は菜種1t当たり30ユーロの純収益を受けることができ、加工業者は食用菜種油1tを103ユーロで販売できる。プロジェクト進行中、汚染地域の菜種生産区域は4倍にも拡大した。菜種の栽培と加工により、汚染地域でも放射性核種を含まない食用油が作れるようになった。IAEAによるプロジェクトは科学的な発展、技術的な判断、地元のリソースの最大活用、ベラルーシと国際機関の協力体制という側面で成功を収めている」

いずれにせよ、重要な点は「収益性の高い農業生産と放射線量低減を同時に実現すべきだ」と強調する。

「石灰散布、堆肥投入、NPK施肥による土壌の肥沃度向上は、チェルノブイリ原発事故以来長期にわたって基本改善法として用いられてきた。ジャガイモ栽培の新技術を個人の小農地に導入することは社会的に大きな意味を持つ」

締めくくりに、こう述べてある。

「汚染地域において生活の質は向上する」

高濃度汚染と長年、戦ってきたベラルーシでの実績に基づいた言葉だからこそ、重みがある。