網走地域における大規模畑作生産の課題への取り組み

吉田 穂積（東京農業大学生物産業学部）

日本作物学会紀事
(Jpn. J. Crop Sci.)
71巻(別2号)
2002年

Study of Upland Crop Production in Abashiri Area, Hokkaido JAPAN.
Hozumi YOSHIDA (Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture)

北海道東部のオホーツク海沿岸に位置する網走市から斜里町にいたる地域は、斜網地域と呼ばれ日本有数の大規模機械化畑作農業地帯です。本地域における農耕期間（5月～9月）の気象は、平均気温が14.0～15.6℃と冷涼であり、平均降水量が500mm程度と少なく、5月、6月下旬～7月上旬、9月～10月に晴天日が多く、日照時間が長い特徴を持っています。このような気象的特徴を生かし、斜網地域ではムギ類、テンサイ、バレイショを基幹作物とした畑作輪作体系により農業生産が行われています。

斜網地域の基幹三作物の生産は、1960年代以降の農業構造改善事業等により1980年代まで高い増加を示していました。近年、本地域での単位収量は、秋播きコムギが4.4t/ha、テンサイが58t/ha、バレイショが47t/haと高い水準となっています。しかしながら、生産力上昇にともない新たな問題も生じています。まず、1980年代にバレイショにおいてジャガイモそうか病の発生が顕著となり、その被害は激しくなりバレイショ栽培において大きな問題となっています。さらに、1990年代以降にはこれまで順調に上昇傾向を示してきた畑作基幹作物の単位収量の増加が停滞し、網走市地域においては地域間での生産力格差の発生が大きな問題となってきました。今回のシンポジウムでは、「網走地域における大規模畑作生産の課題への取り組み」と題して、演者らのグループが網走地域で取り組んできた1) ジャガイモそうか病の発生メカニズム解明とその防除法についての取り組みと2) 網走地域における農業生産力に関する総合的研究の一部について紹介させていただきます。

斜網地域におけるジャガイモそうか病激発のメカニズム

ジャガイモそうか病は、ジャガイモ塊茎表面にあざ状の病斑を形成し、その商品価値を著しく低下させる病害です（写真1）。本病は、1800年代から知られている土壌病害であり、世界中のバレイショ栽培地域でその発生が報告されています。北海道においても本病の発生は、バレイショ栽培開始時から認められ、1906年（明治39年）から駆除対策病害に指定されています。近年、斜網地域においジャガイモそうか病の発生程度が甚や多の圃場が多く大きな問題となってきました。本地域でのジャガイモそうか病の激発は、テンサイ栽培に重点を置いた土壌管理とデンプン原料用バレイショ生産地帯であるためにその防除対策が遅れたために生じたと考えられます。

しかし、当地域では新規に造成された圃場においてもジャガイモそうか病の発病が激しく、ジャガイモそうか病激発要因のメカニズムについて明らかにする必要が強く求められました。ジャガイモそうか病は、土壌 pH を 5.2 以下に抑制することでその発病を抑制することが可能であるとされています。しかし、斜網地域の土壌では土壌 pH 5.0 以下の圃場においても本病の激

写真1. ジャガイモそうか病

しい発病が認められています。一方、北海道中央部の羊蹄山麓地域や札幌近郊の空知南部地域では、土壌 pH を 5.2~5.3 にすることによりジャガイモそうか病の発病を抑制できるとされています。私たちは、このような同一 pH 域におけるジャガイモそうか病発病の地域間差異を土壌化学性から検討することにしました。その結果、土壌中に存在するアルミニウムイオンがジャガイモそうか病の抑制要因と仮定した場合、同一土壌 pH においてもジャガイモそうか病の発生が土壌間で異なる理由を説明することが可能となりました。すなわち、羊蹄山麓地域や空知南部地域で本病の発病を抑制することが可能な土壌 pH におけるアルミニウム量と斜網地域でそうか病発病を抑制する土壌 pH でのアルミニウム量が同じであることが認められました（図1）。これらのことから、ジャガイモそうか病の発生に大きな影響を及ぼしている要因の一つが土壌中のアルミニウムであることが明らかとなりました。

図1. 土壌 pH と置換酸度 y_1 との関係
●：調査地域 □：羊蹄・東山地域

近年の土壌研究より火山灰土壌である黒ボク土は、弱酸性的性格をもちアルミニウムイオンの過剰障害が問題とならないアロフェン質土壌と塩基飽和度が低下するとアルミニウムの過剰障害が問題となる非アロフェン質土壌に区分されています。これらの土壌と水溶性アルミニウムイオンとの関係について検討したところ、アロフェン質土壌の水溶性アルミニウムイオン濃度は、同一土壌 pH 領域では非アロフェン質黒ボク土に比べて低いことが明らかとなりました。一方、斜網地域において激しいジャガイモそうか病発病が生じている土壌は摩周岳の火山灰が母材となったアロフェン質の淡色黒ボク土であり、ジャガイモそうか病の発病が比較的低い土壌はアロフェン量の少ない多腐植質黒ボク土壌であることが認められました。これらのことから斜網地域でのジャガイモそうか病激発の理由は、激発圃場がアロフェン質土壌であり、このため土壌 pH が 5.2

付近においても土壌中へのアルミニウムイオン溶出が少なく、ジャガイモそうか病の発病が激しくなることが明らかとなりました。

施肥方法の変更によるジャガイモそうか病防除

ジャガイモそうか病の防除方法についてはこれまでに種々の方法が示されてきています。斜網地域ではその発病状況や栽培形態から現時点において、土壌環境の管理による防除対策が最も有効であると考えられます。そこで、前述しましたジャガイモそうか病激発メカニズム研究をもとに土壌化学性の管理によるジャガイモそうか病防除法を検討することになりました。その結果、現在用いられて

図2. 慣行施肥法と施肥改良法の施肥位置の違い

いるバレイショ施肥方法を変更することにより本病の発病を抑制することが可能であることが明らかとなりました。その施肥方法は、リン酸とカリウムを畦溝から外し、アンモニア態チッソである硫酸アンモニウム(硫安)のみを畦溝に施肥する施肥法です(図2)。この施肥法によるジャガイモそうか病発病抑制のメカニズムは、まず硫安施肥による硝酸化成によってジャガイモ塊茎形成付近の土壌 pH 低下が本病の感染が始まる開花期ころから慣行施肥法に比べて低く維持できることにあります。さらに、畦溝付近からリン酸、カリウム肥料を外すことにより土壌 pH が低く維持されることが認められました。これは、畦溝付近からリン酸、カリウム肥料を外すことによりジャガイモ塊茎が形成される付近の土壌中には陰イオンである硫酸イオンや硝酸イオンが多く存在する状態となり陽イオン密度が低くなり、陽イオンの一種である水素イオンが引き出され土壌 pH が低下するものと考えられるからです。本施肥方法は、従来の施肥方法をわずかに変更することによりジャガイモそうか病の発病を抑制でき、斜網地域で行われている大規模機械化畑作農業体系において有効な方法であると考えられました。

網走市地域の微生物活性による土地生産力の評価

近年、北海道の十勝や道央地域の畑作地帯では土地生産力の評価法として土壌中の好気性微生物の酵素活性 (α -グルコシダーゼ[®], 以下 α -G 活性) による評価が用いられています。網走市における基幹作物である秋播きコムギ[®]、バレイショ、テンサイの収量と α -G 活性の関係を調べた結果、テンサイ圃場における α -G 活性の評価が当地域の生産力を総合的に評価できることが認められました。そこで、網走市内の生産力の異なるテンサイ圃場での α -G 活性を調査したところ、網走市地域においても土地生産力が低い圃

場では α -G 活性が低く、土地生産力が高い圃場では α -G 活性が高いことが確認されました（図3）。また、ジャガイモそうか病の発病要因である土壤中のアルミニウムとの関係を検討したところ水溶性アルミニウムイオン濃度が高い土壌ほど α -G 活性は低下する傾向にあることが認められました。土壌病害の激発の要因について土壌中の微生物活動の低下が提起されることが多くあります。しかしながら、ジャガイモそうか病の発病が激しい土壌は、土地生産力評価に用いる好気性土壌微生物の活性も高く、土壌中の微生物活動は、土壌のアルミニウムイオンに強く 影響を受けていることが示唆されました。

図3. α -G 活性とテンサイ全重量指数との関係

■灰色台地土 ▲多腐植質黒ボク土
●淡色黒ボク土（既畑） ○淡色黒ボク土（修正畑）

全重量指数とは調査各年のバイオマス量平均を1とした評価

網走市地域におけるテンサイ収量の地域間格差の解明

私たちのこれまでの調査から網走市地域における畑作物の生産力が土壌タイプにより異なることが明らかとなりました。すなわち、単位収量の高い圃場では下層土が膨軟で水はけが良い淡色黒ボク土、淡色黒ボク土に比べ収量がやや劣る圃場では下層土の液相率が淡色黒ボク土に比べてわずかに高く過湿条件にある多腐植質黒ボク土、単位収量が低かった圃場は下層土の固相率が高い極めて堅い土壌の灰色台地土でした。

そこで、これらの土壌におけるテンサイ根系分布を調査しました（表1）。淡色黒ボク土は根が1m以上伸長しており下層土においても根が旺盛な発達を示していました。

表1. 異なる土壌タイプの下層土での根数密度と土壌物理性との関係

	根数密度※ 深度40～100cm	ち密度 (mm)・ 深度40～100cm	水分飽和度 (%)	
			深度50cm	深度80cm
淡色1	913	18～21	71	50
淡色2	346	15～25	54	41
淡色3	299	16～24	76	74
多腐植1	407	14～21	70	79
多腐植2	58	17～21	88	93
多腐植3	184	19～23	77	84
灰色1	16	22～28	80	80
灰色2	41	20～27	88	86

※ 根数密度は0.1m²あたりの根数に換算した値である

多腐植質黒ボク土は、下層土で根が観察されるものの作土と比較して減少する傾向が認められました。一方、灰色台地土では作土に根が集中し、下層土には根がほとんど確認されませんでした。さらに、作土層と下層土の根数密度と糖収量の関係を検討したところ、作土層（深度 40cm）と糖収量の間には有意な関係は認められず、下層土と糖収量の間には正の相関関係が認められました。

同様な傾向が秋播きコムギの根系分布においても認められました。すなわち、浅い根系が形成されている灰色台地土での成熟期は、深い根系が形成されている淡色黒ボク土に比べて早い傾向が認められ、干ばつ年ではその傾向が顕著となり、収量が低くなることが認められています。これらの結果から網走市地域における畑作物生産力の地域間格差と生産力の安定性の主要因は、下層土への根系分布にあることが明らかとなってきました。

網走市地域における過去 15 年間のテンサイの地域間収量格差と 8 月の平均気温の関係を検討したところ、平均気温が高くなるほど地域間での収量格差が大きくなることが認められました（図 4）。

その要因を解析したところ 8 月の平均気温が高くなるほどテンサイの全重は網走市全地域で低下するものの、全重に明確な地域間格差が認められました（図 5）。これは、深根型の淡色黒ボク土地帯（南部地区）では夏期間にしおれがほとんど発生しないのに対して、浅根型の多腐植黒ボク土や灰色台地土（西部地区）地帯ではは激しいしおれが関係していることが考

図 4. 8 月の平均気温とテンサイ糖収量格差の関係

*** : 0.1%水準で有意差

※南部地区収量から西部地区収量引いた値

えられました。さらに、南部地区では、テンサイの頸葉重と根重の比である T/R 比が 8 月の平均気温の上昇にともない急激に下がる傾向が認められました。一方、南部地区に比べて西部地区の T/R 比は、8 月の平均気温の変化に関わらず大きな変化が認められませんでした（図 6）。このことより地域間のテンサイ収量格差の差が根系分布ばかりでなく土壌タイプや気象条件により異なることが明らかとなりました。今後はさらに、下層土の根系分布と作物体内における光合成産物の分配関係を明らかにする必要があります。

図5. 8月の平均気温とテンサイ全重の関係

全重＝頭菜重＋根重量

図6. 8月の平均気温と T/R 比との関係

※T/R 比＝頭菜重／根重量 **：1%水準で有意

今回紹介させていただいた私たちグループの「網走地域における大規模畑作生産の課題への取り組み」はまだ始まったばかりです。また、生産現場における問題は経営経済的側面にも大きな影響を受けその問題解決は複雑であると考えられます。しかしながら、これらの問題を克服しなくては当地域の発展、さらには日本の食料生産の発展は望めないものと思われます。私たちは、今後ともに地域の生産現場や多面的な専門領域と密着に連携しながらこれらの問題の解決にむけて努力していきたいと考えております。

参考文献

- Mizuno, N. and Yoshida, H. (1993). Effect of exchangeable aluminum on the reduction of potato scab. *Plant and Soil*. 155/156 : 152-166
- Mizuno, N. et. al. (1998). Chemical characterization of conducive and suppressive soils for potato scab in Hokkaido, Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.* 44 : 289-295.
- 吉田穂積ら(1997) 施肥法の改良によるジャガイモそうか病の発生効果. *日植病報* 63 : 57-63
- Hayashi, S. et. al. (2001). Sugar beet productivity under different soil types based on the relationship between vertical distribution of root system and leaf wilting. *Proceedings of the 6th symposium of the international society of root research*. 332-333.
- Itoh, H. et. al. (2001). Winter wheat productivity under different soil types based on the relationship between vertical distribution of root system and precipitation. *Proceedings of the 6th symposium of the international society of root research*. 330-331.