

トウモロコシの連作障害について

北海道立上川農業試験場畑作科

国井輝男

近年酪農地帯において、サイレージ用トウモロコシの作付が急速に増加している。このことは、トウモロコシの生産性、飼料としての有利性が一般に認識されてきたほか、従来トウモロコシの作付が気象的に制約されていた地帯でも、早生品種の育成、導入がなされ、トウモロコシの特性を活かすことのできる地帯が拡大されたことにもよろう。また転換畑地帯での家畜を導入した複合経営の一環としての飼料自給や畑作地帯における有機質還元素材としてのスイートコーン作付の増加も見逃せない。

この様な背景の中で、とくにサイレージ用トウモロコシは、多頭数飼育による飼料の確保、草地型酪農地帯における限られた畑地の中での栽培などから、一部に連作がなされており、この傾向は今後も継続すると考える。

通常、トウモロコシは、どの教科書をみても連作障害のでにくい作物の一つとしてあげられており、連作の害がない作物群の中に分類をされている場合もある。このため資料が不足し、一般論となることもあろうが御容赦願いたい。

トウモロコシの連作と収量については、子実収量でみると、3年輪作に対して87%、6年輪作に対しては82%であったとの報告や、4年連作は4年輪作の770 kg/10 aに対して54%の子実収量にすぎなかったとの報告などがある。

一般に連作の害としては、

- 1) 土壤養分の欠乏あるいは不均衡
- 2) 土壤反応の悪化
- 3) 土壤物理性の悪化
- 4) 有害物質（毒素）の集積
- 5) 有害生物（病害虫、雑草など）の集積

などと言われている。これらの害について、トウ

モロコシにあてはめて触れてみたい。

連作による土壤有機物や窒素の消失は、サルトンらにより、一定の数式を用いて連作の害を数字で示そうとした報告がある。

7年連作後の土壤中の有機物および窒素の含有率は、クローバを入れた輪作区に比較してそれぞれ42%、47%と半分以下に減少し、連作による土壤養分の減少を明らかに示している。同様に、昭和53年に改訂された北海道施肥基準による施肥量と、トウモロコシの養分吸収量から試算し、その収支を表2に示した。

普通北海道のような寒地は、温暖地や暖地に比較して施肥効率がよく、施肥量の70%程度が利用されると言われている。このことから収支を計算すると、窒素および加里が負の値を示し、燐酸が施用量の $\frac{1}{2}$ 近く残ることになる。これが温暖地や暖地となると、施肥の利用率は50~30%まで低下

表1 連作による有機物および窒素の消失量

(Salton, R. M & Green, T. C 1933)

	有機物		窒素	
	7年後の含有量	1年間の消失量	7年後の含有量	1年間の消失量
トウモロコシ連作	kg 1,402	% -3.12	kg 91.8	% -2.90
こむぎ連作	2,445	-1.44	147.9	-1.56
ト〜コ〜ク交互作	3,309	+3.25	197.1	+2.87

注・ト：トウモロコシ，コ：こむぎ，ク：クローバ
手島：栽培学および農学大辞典より改載。

表2 トウモロコシの施肥量と養分吸収量 (kg/10 a)

	窒素	燐酸	加里
施肥量 ¹	14.0	18.0	12.0
利用率70%	9.8	12.6	8.4
吸収量 ²	13.7	5.5	11.2
収支	-3.9	+7.1	-2.8

注1：北海道施肥基準（昭和53年）上川北部こう積土壌。

2：大久保・作物輪作技術論より。

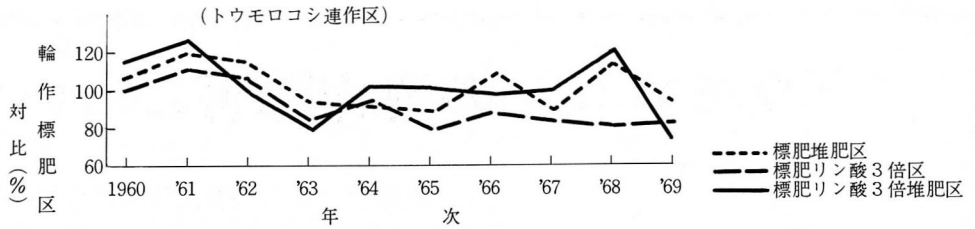


図 収量の輪作標準区対比の経年変化 (大久保による)

し、したがって、収支のバランスは負の方に大きく傾いてくると考えられる。

と言って収支に見合った施肥は、経営的に多額の投資となろうし、土壤養分の不均衡をさらに大きくし、また発芽障害などトウモロコシの生育に障害をもたらすことは明らかである。

とくにサイレージ用トウモロコシは、その利用の型がホールクロップ (全植物体) であり、ほとんどがほ場外に持ちだされ、還元される残渣は極めて少ない。大久保氏の調査によると、全乾物 1,402 kg/10 a (生で約 5 ton/10 a) の生産量のうち、サイレージ原料として利用されるいわゆる収奪部分は 1,245 kg/10 a (子実 39%を含む) は場に還元される刈根や根は 157 kg/10 a であり、その還元率は 11.2%にすぎないと報告されている。したがってサイレージ用トウモロコシの場合、吸収された養分のほとんどがほ場の外に持ちだされることになり、上記の養分収支のアンバランスは連作によりますます累積されることになる。

また、表 2 でも示したような養分収支の不均衡が連作により累積されるとすると、これが施肥で補っていない土壤中の作物の生育に必要な微量要素の円滑な供給を妨げ、この結果、微量要素の欠乏障害や過剰障害を惹き起すことも考えられる。

この様なことから考えると、連作障害の少ないと言われているトウモロコシでも、やむを得ず連作する場合には、そこに何等かの手段が必要であろう。

アメリカのイリノイ大学では 1876 年以降の連作試験を行なって、1954 年までの 79 年間、有機物、磷酸および石灰を継続して使用した区と、無処理の区を使って調査した報告がある。1955 年以降処理区は標準肥で、また無処理区は倍肥で 10 年間トウモロコシを栽培した。その結果、トウモロコシ～えん麦～クローバの輪作区に比較して、処理区

では 90%の収量を得たが、無処理区は辛うじて 80%の収量を得、79 年間の土壤養分の損失は多肥によっても補えなかったと言っている。

このことは、連作による減収は、土壤養分の欠乏や不均衡によるものであり、それは施肥量の増加によって補えるものではなく、有機物の施用など、いわゆる「土作り」の基盤があってこそ可能となろうことを裏付けている。これについて図で示すように、磷酸資材の多用だけでは連作による減収を補うことはできなく、堆肥を併用することにより収量の低下を抑えていることを読みとってもらいたい。

つぎに土壤の物理性の悪化がある。本来畑作物における輪作は、それぞれ異なった特性を持った作物群を組合せ、それぞれ欠点を補って成立する。しかし連作は、ある特定の作物、この場合トウモロコシが継続して栽培されるため、当然土壤の物理性に悪影響が考えられる。Samuel らは、この影響は土壤により異なり、砂質の壤土などでは多肥を伴うことにより連作でも輪作の 95~100%の収量が期待されるが、粘土や植土のように重い土壤では、収量は輪作区の 80~90%程度にとどまり、年によっては 70%の収量となる場合もあると報告している。

またとくに壤土・植土などでトウモロコシを連作すると、

- 1) 春のは場の乾きが遅く、春耕が遅れる。
- 2) 耕起のために従来以上に力を要する。
- 3) 播種床は数回の碎土・整地を要する。
- 4) 降雨後のは場の乾燥が遅く、水が畦の低い所に溜り易く、中耕が遅れる。
- 5) 収量は他の輪作は場のトウモロコシに比較して劣る。

とし、連作のための注意事項を述べている報告もみられる。日本における報告も連作により土壤が

堅密となり、傾斜地畑などでは、土壤侵食の害が増加するとも言われている。

したがって土壤の物理性の悪化を防ぐためにも、前述の養分収支と同様に有機物の施用を心懸け、土壤を膨軟にし、保水力をつけるような処法を常に考えておくべきであろう。

第三には連作による有害生物の集積に対する対策であろう。

トウモロコシの病害としては黒穂病の他、すす紋病、ごま葉枯病などの葉枯病が主要なものである。これらの病害に対して、現在のところ、北海道病害虫防除基準に記載された薬剤はない。一方病原菌は葉枯病の場合は、胞子の形で被害植物で越冬し、黒穂病は種子に付着したり、胞子が土に落下し越冬して翌年の感染源になるとされている。つまりトウモロコシの栽培跡地には、翌年病害を発生する病原菌が多く存在している。したがって黒穂病については、耕種的な防除法として3年以上の輪作が望ましいとされている。

虫害については、針金虫（トビイロムナボソコマツキの幼虫）やネキリムシ（コガネムシやヤガ類の幼虫）など発芽から初期生育時にトウモロコシを食害し、欠株の原因となるもの、あるいはアワノメイガの様に生育中に食害し、折損の原因となったりスイートコーンでは品質低下などをひきおこすものがある。この内、針金虫等については、病害同様に登録された薬剤はなく、播種量を多目にするなどの対策しかないし、アワヨトウなどは、PAP 粉粒剤やカルタップ水溶剤などがあるというものの、害虫の発生時期が雄穂抽出前後であり、物理的・労力的に薬剤による防除は不可能に近い。しかもこの様な害虫の一部は被害茎や株などで越冬すると言われている。薬剤による化学的防除法により、害虫の生活環を断つことが不可能に近いとすると、連作によりこのような害虫の被害は年々増加することが考えられる。病害についても同様である。単純に病害虫の面からみるならば、共通病害の少ない作物間の組合せが輪作の理想型となり、この点からみても連作による病虫害の発生には十分な心配りが必要であろう。

さらに連作により懸念されるのが雑草害である。近年効果的な除草剤がつつぎと開発され、しか

も複数の除草剤の体系化処理ができ、除草労力は著しく減少して来ている。

トウモロコシは7月以降雑草の発生抑制力が強いとされている。しかし反面、トウモロコシは一般に中耕・除草作業が粗放に失しやすく、このような管理作業が粗略な場合、あるいは他の作物に比較して生育日数が長いために晩期発生雑草も十分な結実期間を与えることになり、翌年の雑草の多発生を招く場合も考えられる。

さらに除草剤の利用による除草体系も、連作により雑草分布が変り、本来トウモロコシ畑でマイナーな雑草が優占雑草となり得る場合もあろうしエゾノギンギンやスカンタゴボウなどの宿根性の雑草も、連作という同じ環境の継続の中では増加が懸念される。したがって草種にあった除草剤の効率的な利用と中耕除草の有機的な組み合わせを考えて行かねばならない。

以上論じたほか、連作の障害としては、塩類の集積や有害物質（毒素）の蓄積などをあげる研究者も多い。しかしこれらに対する知見は少なく、到底ここで論じることにはできない。また連作を行なう場合、その作物の経済的な価値が高く、ほかにこれに変わる作物がなく養分の補給や、病虫害の防除が栽培技術の熟達により可能となる場合、このような投下する資本（Cost to Grow）と利益（Yield in per acre）を秤にかけ、利益が資本を上回る限界点までは連作が可能との説もある。

7～8年の輪作を必要とするえん豆や亜麻などに比較すると、トウモロコシの連作による障害は少ない。しかし養分収支・土壤物理性の悪化・有害生物の集積など一部推論があるとは言えるものの、トウモロコシの連作についても幾つかの問題点がみられる。このような問題点を軽減するための処法として共通することは、有機物の施用、すなわち「土作り」が基盤となっていることを忘れてはならない。私共畑作に従事する者にとって、トウモロコシは畑作物の一つであり、その特性・能力を十二分に発揮するためには、輪作という土台に立った上で論じるべきであり、その場合も「土作り」が基本となっていることを常に考えておきたい。