

欧米農業を視察して

—アメリカとヨーロッパの土づくりの差異について—

(社)北海道農業機械工業会 常勤顧問 **武田 明**

一昨年(1984)8月、農業機械学会北海道支部の海外シンポジウムのため、アメリカ・カナダを訪問した第1日目である。

ウイスコンシン州モーリンにある世界一の農業機械メーカー ジョンドア社で、我々を案内した営業担当のスペシャリスト ロバートソン氏が、自社内の農業機械発達の歴史を現物で見られる大展示施設を見学後、映写室で「北米大陸の機械化の傾向」と題し、映写を交じえながらの講演をしてくれた。

ロバート氏の講演要旨は、次のようなものである。

(1) 北米農業の傾向としては、「ブラウイングやデスクング」を減らした不耕起栽培が行われてきた。

(2) アメリカ農業は生産性が高く、1人で75人分の食糧を生産してきたが、現在の農業は新しい時代に入り、食糧や飼料の生産には自然の状態を破壊しないで生産することをモットーとし、これまでのブラウイング耕法から他の方法で圃場を処理することが普及し出してきた。

(3) 昔は馬耕であり、現在のように油を使うことがなかった。土地の若かったころは土も肥えていたが、現在では、トラクタの踏圧や有機物の供給不足で、1人当たり10人分より生産できなくなった。

現在のように機械が大型化し、機械力によって処理面積が200~300 ha、更に進んだ収穫法では500~1,000 ha 処理とますます大型機械化が進み、踏圧が土に与える影響も大きくなってくると、農業を継続して行くには土壌や自然をいかに傷めずに生産するかが問題となる。しかも作付も一毛

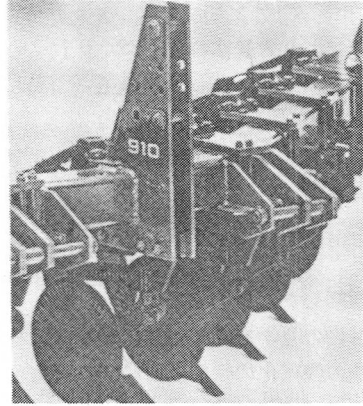
作から二毛作へと考えるようになってきている。

(4) 現在、農家では、トウモロコシや大豆の刈取後の茎稈をそのまま圃場に残し、次の生産が直ぐ出来るような耕作方法を望んできている。すなわち、前処理で残茎を畦間において次の作物を播種する方法、コーンサルベージョンテレージ(簡略化した耕法)といっており、雑草対策及び茎稈処理対策には薬剤で処理することが可能となってきた結果である。

この利点として、①茎稈で畦間を覆い、水分の蒸発を防ぎ、水分を有効に利用出来る。②耕起のエネルギーが少なくて済む。③トラクタの馬力数が少なくてよい。④手間が省ける。⑤微生物を増加させる。このためにプランテングマシンが開発された。牧草や大豆、または穀類を条播するには、前処理として簡易耕(サブソイル)後、直ちにプランターとフアテライザー(施肥機、牧草播種もする)をセットし、トウモロコシ跡地に播種する。

これについて、環境保全局の調査では、農家が必要量より1エーカー当たり2~20ドルもの薬剤を使用しているという。現在、薬剤を適量に使用しているのは37%で、過少の者が30%、過量は28%、その他となっており、薬剤の使用技術に問題がある。

新しい技術の導入には注意と訓練が大切で、かつ危険が伴う。反面、従来の農法では、大型各種機械が7往復するので燃費を多く要し、かつ土地を傷める。これに対し、「ミニマムテレージ」では2往復、「ゼロテレージ」では1往復と機械の使用回数が少なく、使用トラクタも小型でよくなる利点がある。今後、プラウ耕が残るか、あるいは「ゼロテレージ」が促進されるかが、特に問題である。



〔トウモロコシ用コンバインで処理された茎をかき分け、大型リッパーで土を砕く〕

と、世界最大のプラウメーカーでもあるジョンデア社のスペシャリストが真剣に語っていたのが印象的であった。

〈耕さない農法とは〉

土壌保全局の説明では、プラウ耕は古くから農業の基本であり、英語のアグリカルチャー＝農業という言葉は、語源的に“大地を耕す”という意味である。それほど耕すということは農業の基本であったはずで、耕すことにより土は空気に触れ通気性を増し、雨水をよく吸収する。また病原体や害虫を土に埋め、何よりも雑草を押えこむのに効果がある。というのがプラウ耕なのである。

ところが、ミニマムテレージでは、トウモロコシの収穫跡の切株などの残滓物を残したまま、この残滓をかき分けて種子を土中に植え付け、覆土する。あるいは収穫機と種子まき機が同時に行われるといった光景さえ見られる。この方法だと畑を裸地にすることがないため表土の流失は起り得ないし、水分をも失わない。それに耕耘機を働かすことがないのでその分省エネにもなり、ミミズも活躍し易くなるし、土も肥えてくるという。殊に降雨量の少ない地方に適する農法だと見る。それでは雑草や害虫はどうするか。そこがこの農法のポイントとなることは、ジョンデア社のロバートソン氏と同意見だった。

ここに除草剤や農薬の登場があり、この農法の普及の先頭に立っているのが農薬会社であることもうなずかれる。土壌保全局の調査では、現在、この耕さない農法（ゼロテレージ）は凡そ300万ha程度で、全耕地の2%強とまだまだ実験的段階

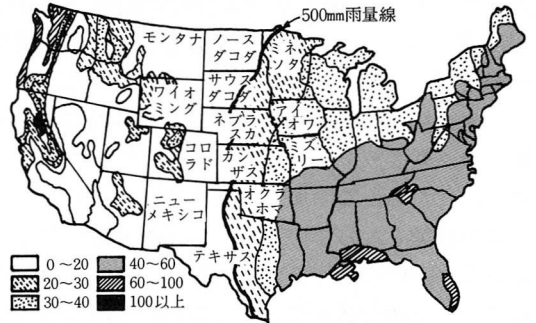


図1 アメリカ各地の年間平均降雨量 (単位：インチ=25ミリ)

アメリカ農務省土壌保全局 “America’s Soil and Water: Condition and Trends, 1980” より。

表1 アメリカ農法の推移 (単位：百万ha)

年次	従来農法	最小耕法 (ミニマムテレージ)	不耕法 (ゼロテレージ)	合計
1972	108.0	10.5	1.3	119.3
1975	97.6	19.8	2.6	120.0
1979	88.3	28.6	3.0	119.9

(USD資料による)

のようだ。問題は収入と結びつく収量であるが、作物によっては変らない。あるいは、大麦では減収するという指摘もある。また排水の悪い畑では雑草のため不適当のようだ。しかし、実験的にこの耕法を実施して見た農家もほとんどが将来可能性のある農法として、ゆくゆくは面積を広げてゆきたいと答えている点は注目される。いずれにせよ、数千年という歳月をかけて育ててきたプラウ農法を変えるのである。その普及には時間がかかるが、アメリカがこの農法を取上げた背景には、早ばつ年の1933年11月にカナダ国境からメキシコ国境に至るアメリカ中央部の大平原と呼ばれる穀物地帯に起った強風による砂嵐によって表土がひとたまりもなく吹き飛ばされ、1,400万haの農地が完全に消えていった大被害の苦い経験や、ミ

シシッピ川の流域地帯のテネシー州からミシシッピ州等の降雨量の多い地帯の降雨による表土の流失が年々穀物地帯の耕地に被害をもたらし、各種のエロージョンが発生したことがある。カーター政権時代、アメリカ政府自身が発表した報告書『西暦 2000 年の地球』では、アメリカの貿易量の伸びは他の輸出国をしのぎ、4 億 t を超す穀物を毎年生産しなければならないとしている。この数字は、穀物生産の最高であった 1981 年のおよそ 5 割増であるというが、それだけ土壌対策が重要だ。

このように世界のパンカゴとしてのアメリカで、現在のように、土壌保全が問題になり出したのは、1977 年のソビエトの穀物大量買付けで世界の穀物市場を攪乱させ、穀物価格が急騰したため、1935 年以来土壌保全局が指導し造成した防風林や休閒地が次々耕され、等高線農法も一枚の畑に作り変えられたため、このままで進めば、砂嵐のあった危険な状態となっているほか、降雨の流失をあわせると、毎年 20 億 t といった膨大な表土が流失されていると報告されており、これが対策として生れた耕法がこの耕さない農法を生み出したものと思われる。

これほど穀物一辺倒の生産地帯では大きな問題として、地力保全対策が云々されているのが、アメリカ農業である。

筆者は、北海道農業の指標となっているヨーロッパ農業視察のため、帯広市の農家共々 1982 年 7 月に EC 諸国を訪れたが、いずれの国々でも有畜農業の伝統を守り、牧草を組み入れた輪作形態を崩してはならないとしている。ここに、アメリカのコーンベルト地帯の穀物主体の地力収奪型農業とは基本的に違う点がある。

現に、欧州のどの国でも土地生産力減退の話は聞かなかった。このことは、牧草の更新が計画的に行われることがいかに畑作経営の地力増進に寄与しているのであるかと解しても過言ではない。

ヨーロッパ型土壌管理と土づくりの原理
(牧草輪作地における牧草の根の働きを見る)

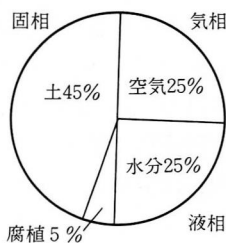


図2 土壌の3相

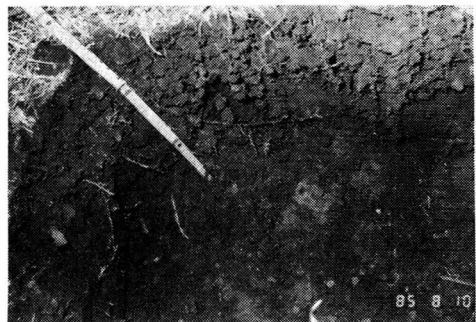
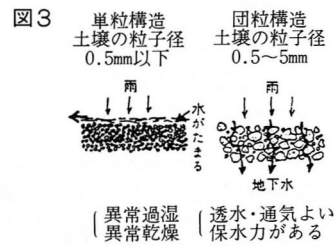
およそ農業に関与する者で土壌学でいう団粒構造が最も良い条件の土であることは誰でも知っているが、案外その構造が出来るメカニズムを知らない者が多いのではないかと。

〈土壌構造の意義〉

土壌は作物の根が生活する場であり、空気も水も常に作物が利用出来る状態が必要で、この要件を満たすのが土壌の団粒構造なのである。

耕土には土である固体と水である液体と空気が必要だ。これを固相、気相、液相の3相分布というが、固体 50%、気相と液相が各 25% という割合が理想で、なお固相の中に 5% の腐植が含まれていることが前提で、ことに作物のよく出来る土壌には空気の相が 25% 以上あることが必要とされている。

団粒構造では細かい土粒が腐植によって粒団化し小豆大のものから胡桃大のものまであって、毛細管状でない大きい空間があるのが特徴で、降水のあった場合は、各団粒に多量の水が貯えられるし、また逆に蒸発する場合は、単粒構造と違って団粒の広い空間によって毛細管の物理現象が立ち切られ、下層の水分に関係なく上層の水分のみを蒸発させるので、最大限でも 15% 程度より蒸発されないで 85% の雨水が保水される。また強い雨でも土壌の全団粒によって大きな抵抗力が生じ、水



筆者の庭の芝生を掘り下げ (50cm) たときの牧草の根により団粒化された土層の状況

は傾斜に沿って緩慢な流れ方となる。この運動によって水は緩慢に動くため、夏の雨もこの運動によって一年中作物は水が補給される状態となる。これが団粒構造の良い点である。

〈牧草の根は土壤に耐水性の構造を作る〉

土壤の団粒構造は水に耐える構造であることが必要で、これには水に溶けないセメントのようなもので土壤粒子をしっかりとくっつけられていなければならないが、このセメント役が腐植なのだ。

腐植の性質は膠質（コロイド）であり、これは2つの種類に分けられる。

1つは「膠」であり、1つは「セメント」と考えてよい。膠の方は指物師が乾いた状態で木片を膠着させるものだが、水に合うと膠の部分^{にかわ}がふくれて軟らかくなり、その粒子は水に散ってコロイド溶液を作る。このような性質を化学用語で「ゾル」という。また一方の膠質で水中でも剥がれないで膠着する能力のある物質をセメント、あるいはコロイド化学の用語では「ゲル」と名づける。

これらの膠質の各粒子は塩基の粒子を吸着しており、水中で散ったり、あるいは散らなかつたりするが、この粒子の能力は膠質に吸着された塩基の性質によるものである。

膠のうち「ゾル」の方の性質は1価の金属のカリウム、ナトリウム、アンモニウムなどを吸着している場合で、膠質が生物体から出来ているときの生物体に含まれている蛋白質分解のときに起きる。馬糞等が腐敗する際に出来るアンモニウムを含む腐植は耐水性を土壤に与えられないので、一時的に出来た団粒も水に合うと崩れてしまう。一方、「ゲル」では2価の金属、例えばカルシウム塩の溶液が加わると、カルシウムは吸着された一価の金属を追い出してそのあとに納まる。

このような膠質は、その粒子を水に散らす能力を失いセメントの性質に変わり、くっつけられた土壤粒子は乾いたあとでは水に漬けられても剥がれない。これが我々が求めている耐水性のものである。

このように土壤に耐水性を与えるには土壤を膠着する腐植にカルシウムが吸着していなければならない。このような腐植を活性腐植、すなわちセメントの性質をもつ腐植という。

先に土壤の重要な役割として年間の降水を完全に利用してこそ作物の生産が上がり、このためにも土壤構造を作らなければならないとしたが、大気から降ってくる雨水には例外なくアンモニウム塩を含んでいる。しかも帯電した形で土中に入り団粒の間を通ると、団粒に吸着されたカルシウム塩を追い出し、その跡にアンモニウムが入れ代る。

しかし、アンモニウム塩は大気中に少量しか含まれていないので土壤の上層のみに吸着されるので、雨の作用は土壤約10 cmまではカルシウムとアンモニウムの置換作用が行われるので、表層の団粒構造は破壊されていくのである。

飼料としては多年生のマメ科牧草のみであったり、あるいはイネ科牧草のみであったりすることがあるが、土壤構造を作ることからは、両方が混在しないと真の効果が出ない。

イネ科牧草の根は土壤の表層に発達し、その一部は土壤条件により1 m以上も深いところまで伸びることもあるが、土壤構造を作るのには個々の根が深いところに入るのではなく、上層20 cm程度のところに多量に発達することが重要なのである。この意味でイネ科牧草の根は、どの植物よりも土壤表層に腐植を貯める能力を持っている。しかもイネ科の根には硫黄が含まれていないので、好氣的分解の際には硫酸カルシウムはほとんど出来ないで、カルシウムは炭酸カルシウム酸化物、水及び炭酸になる。カルシウム酸化物は腐植に吸収されないし、腐植に耐水性を与えることは出来ない。

一方、マメ科植物の根は硫黄に富む多量の蛋白質を含んでいる。この根が好氣的分解をすると硝酸カルシウムと硫酸カルシウムが得られる。それからはカルシウムの陽イオンを分離する。そのカルシウムの陽イオンは腐植に吸収されて、それに耐水性を与えられる。

マメ科植物の特性として、その生育のため多量のカルシウムを必要とするので、カルシウムの多く入っている層に大量の細かい根群を発達させる。また根の上部は根茎をなしてその中に大量の硫黄と、カルシウムを含む蛋白質が出来、大量の養分が貯められている。この根茎が分解するときには炭酸・石灰のほか、多年生イネ科牧草がつ

くり出す腐植に、マメ科植物の分解によって生ずる団粒に必要な硝酸カルシウムと硫酸カルシウムが出来、この両者によって耐水性の団粒が出来る。

このように牧草を組み入れた輪作システムではイネ科とマメ科のもつ役割がそれぞれあるので、両者が混在していなければならないことが理解出来たものと思う。

今一つ重要なことは、牧草の根は土層かたまりの塊を砕き、あるいは土粒をくっつけて団粒を作るほか、土層の金属に入り込むし、しかも牧草更新のときには大量の根が分解し同時に腐植が出来るが、先にも述べたとおり、土壌構造の重要な性質である耐水性を与えることが大切なので、マメ科とイネ科が混合されていないと目的の耐水性のある団粒構造は得られないのでくれぐれも留意する必要がある。

ま と め

さて、このたびは、アメリカとヨーロッパの土壌管理の状況を見て、ヨーロッパ型の牧草輪作が高い生産力を上げていることから、その基本となっている牧草の働きが土壌にとってどんな働きをし、かつ生産力の高い畑土壌の要件である耐水性の構

造が牧草の根によって作られていくメカニズムを理論的過ぎて申し訳なかったが、あえて挑戦した。

この理論は、土壌を科学とし完成させたソ連の科学者群の中で学士会員ロベルト・ウイリアムスの学説：牧草輪作論のエキスの部分を取り出して欧州の牧草輪作の伝統的な農法が、いかに畑土壌に活性化を与えているかを理論的に解説して見た。

日本政府は、1984年9月1日付で地力増進法を施行した。この法律の目的は、地力の増進を図るため不良農地について営農上の方法により地力の増進を図ることが技術的・経済的に可能であるとして、都道府県は、地力増進地域を指定し、地域の地力増進を図る上で必要な指針を定めることとしている。

農業の原点である日本の「土が病んでいる」ことから法律の力によって耕地を生き返らせようとしている。畑作土壌の基本は有機物の多給を行い、しかも土壌に耐水性団粒構造を経営組織の中で自然に出来るように地域ぐるみで研究することが必要と思われるが、現状はどうであろうか。

今回は、紙面の都合で北海道の畑作で不足する有機物の補給についてまで言及出来なかった。

寒冷地落葉広葉樹林帯における 草地開発・利用方式の確立

岩手県立農業短期大学校 教授 戸田忠祐

1 研究の背景とねらい

岩手県土の面積は約153万ha、うち耕地割合は11.3%に過ぎない。一方、原野・牧野を含む山林の割合は63.6%に達し、農業が拡大できる余地はこの山地をおいてほかにない。

本県では、1963年以来'83年までに約32,000haの草地を造ってきた。とくに本県の2大山系である北上・奥羽山地の開発は、既に造成の済んだ部分を含めて9,400haに及んでいる。

山地傾斜地を大規模に草地開発する場合、方式を誤ると利用者の負担を押し上げるほか、生態系のバランスを崩し、放牧環境を悪化させるなどが懸念される。このような諸問題を相互に関連づけながら改善してゆく山地の開発方式の再検討が、特に本県では必要になってきていた。

2 研究着手に至る経過・発想

この技術は、1974年から5年間、岩手県畜産試験場で行なったものであるが、実はその前に、同