

無肥料・無農薬で多数回中耕除草による水稻栽培

誌名	北農
ISSN	00183490
著者名	粕淵,辰昭
発行元	北海道農事試験場北農會
巻/号	86巻3号
掲載ページ	p. 214-222
発行年月	2019年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



< 総 説 >

無肥料・無農薬で多数回中耕除草による水稻栽培

～10年間の結果から考えたこと～

粕 渕 辰 昭*

はじめに

粕渕と申します。よろしくお願ひします。北海道は1986～1992年まで羊ヶ丘の農業試験場におりました。その後山形の方に移って、現在に至っています。生まれは1944年、昭和19年ですので来年から後期高齢者になります。無肥料・無農薬でお米を多収できるかということをお話しさせていただきますが、先ほど桑原さんからご紹介がありましたように土の物理、しかもその中で非常にマイナーな「土はどうしたら熱を伝えるのか」といったことを中心にずっとやってきました。今日のテーマは専門の違う話ですが、なんとか一生懸命お話ししたいと思います。

1. なぜ、無農薬・無農薬栽培を始めたか？

最初になぜ無肥料・無農薬栽培を始めたのかと聞いてみると、直接のきっかけは片野学さんが『自然農法のコメづくり』という本を農文協から出しておられまして、この本の中に熊本県の山角さんという方が苗の活着後から2、3日おきに合計10回以上、「田車」、昔の除草機ですが、それを押していて、収量は新和町の平均反収を常に上回る好成績を残しているということが書いてありました。これは面白そうだなということで、私の研究室に専業農家で学生として大学院に入った荒生秀紀さんに、「これやってみない？」ということで話を

しました。今では彼は3町歩ぐらいの無肥料・無農薬栽培をやっています。

始めたのが遅かったので、6月15日ごろに田植えをしました。小さな田んぼしか使えませんでしたので、ここを半分に仕切って、左側を除草する、右側を除草しない区に分けました。田車は農場の倉庫の2階にあったのを使いました。7月12日、7回目ぐらいになりますと除草の有無がよくわかり、除草していない方はいかにもよく繁っているように見えます（写真1）。



写真1 7月12日 左除草あり、右除草なし

最終的に10月3日の収穫時期になると、除草した区画が良く出来ていて、実際の収量は除草しなかった区のはぼ3倍ぐらいとれていました（写真2）。「ああ、やっぱり書いてあることは正しいんだな」と納得した次第です。

しかし「中耕除草を何回もやるとお米が沢山と

* 山形大学名誉教授・客員教授
Tatsuaki KASHUBUCHI

本記事は平成29年度北海道有機農業技術交換発表会特別講演を収録した北海道有機農業技術研究年報（2017年度・2018年度版）から講演者のご理解を得て転載した。

演者紹介

1944年滋賀県生まれ。1966年岐阜大学卒業。1966年に農林水産省農業技術研究所、1986年から北海道農業試験場に勤務、1992年の山形大学農学部、2009年に定年退職、現在同大学の客員教授。

れますよ」ということは、教科書にもどこにも出ていないのです。「それはおかしい？こんな単純なことが分かっていないはずはない」、ひょっとして江戸時代にはわかっていたのではないかと考え、江戸時代の農書を調べることにしました。



写真2 10月3日 左除草あり、右除草なし

2. 江戸時代はどうだったのだろうか？

農文協から農書全集として73巻が25年近くかけて出版されました。

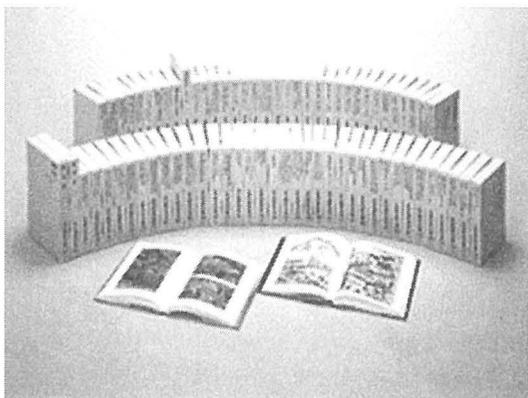


写真3 日本農業全書全30巻 1977~2001年 農文協刊

大変な事業だと思いますが、全集の1巻の中に農書がだいたい3~4巻入っているので、全部で300巻ぐらいの農書が収集されていると思います。これを最初から最後まで全部調べました(写真3)。

この中に、「多数回中耕除草をやるといい」と書いてあるものが、なんと21巻もありました。最

初に多数回中耕除草を始めたのは「農業全書」を書いた宮崎安貞たちです。1700年頃に始まり、1810年以降から幕末の50年ぐらいの間に半分以上がでてきます。1700年頃に始まって、だんだんと広まっていき、江戸の末期にはかなり知られていたことではないかと思いました。そして、さきほどご報告した熊本の話ですが、熊本からも多数回中耕除草について書かれた農書が2巻出版されています。たぶんそういうこともあって熊本の農家にも伝わっていたのではないかなと思います。中耕除草をするのは、写真4のような鍬を使います。雁爪といって、農家の方のお家にはひょっとしたら、どこかに残っているかもしれません。非常に柄の短いものです。これで株間の土をひっくり返して、そのあと反対の手で草を抜くということが行われています。

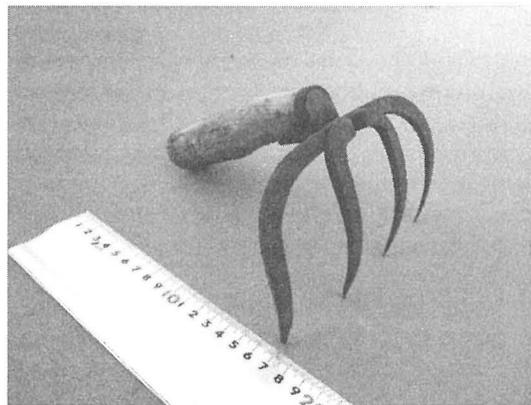


写真4 雁爪 (がんづめ)

中耕除草回数5回以上が21例、6回以上が8例、そして7~8回は7例、半数以上が江戸末期にあったということ、除草回数が増えると収量が増えて、米の質が良くなるということが書かれています。除草に関連して農書にはいろいろと面白いことも書かれています。中打ち8へん、つまり中耕除草を8へんやると、犬が餓死するとあります。風が吹くと桶屋が儲かるみたいな話ですけども、中打ち8へんやると、米の質が良いものが沢山できて、犬に食べさせる2番米、3番米が無くなってしまうので犬が死んでしまうということだそうです。それから、百回中耕除草をすると100万石と

れるとも書いてあります。本当かな？という気がしましたが、それから米粒がまんまるになる。つまり非常に粒張りが良くなる。あとはお米の話ではないのですけれども、子供を田に入れるだけでいい。草取りをさせなくてもいい、子供を田んぼに入れて中を歩かせるだけで、十分効果があるというようなことを書いてあるものもあります。

3. 江戸時代の農業を生かす

多数回の中耕除草を現在の水田作業の中でどうしたら実現できるかということで考えてみました。苗づくりはどうするか？それから中耕除草方法はどんなものがいいのか？回数はいったい何回ぐらいがいいのか？ということで、いろいろ試してみました。

1) 苗づくりは？

育苗方法は北海道でよくやっておられるポット苗ですが、プール筏（いかだ）育苗というやり方にしました。道路脇にちょっと場所を借りて、深さ15cmぐらいの深さに掘って、そこにビニールを張って、水を入れ、苗箱を浮かせて苗を栽培しました。山形では露地でも、なんとか苗づくりができます。4月の15日ぐらいに種落しをします。水の上に発泡スチロールの板を置いて、その上に苗箱を載せます。写真5は田植え直前の頃のもので、水は苗箱の一番底ギリギリにきますので、上の方まで十分に水が届くということで、土には水もあるし、少し空気も入っているというような



写真5 プール筏育苗 5月30日

状態です。引っこ抜いてみますと、苗の根っこがグルグルと土のまわりを取りまわっている状態になっています。

写真5は一昨年（2014年）の5月の30日の状態ですけれども、10cmぐらいには伸びています。中には分けつが始まっている苗もあります。これを田植機で植えています。

2) 中耕除草方法は？

中耕除草の方法は水田用のカルチ、これは大竹製作所のもを使っています。3条用のカルチに車輪を増やして、4条用に変えて使っています。それに手作りのチェーン除草機を付けて行きます。写真6が歩行型のカルチにチェーン除草機を付けた状態です。

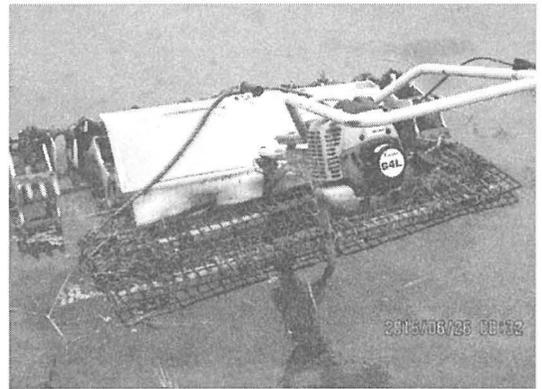


写真6 水田用のカルチ

チェーン除草機は手作りで、全体が浮くようにビニールパイプを2本付け、その上に網を渡して、

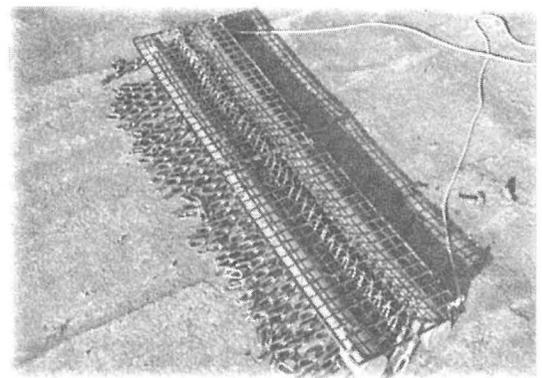


写真7 チェーン除草装置

その網の中央部にチェーンをぶら下げています。チェーンの長さが約30cm, 間隔は3cmで全部で40本になります(写真7)。

実際の除草では、チェーン除草機を引っ張っていますので、苗はいったん倒れますけれども、しばらくすると立ち上がってきます。

3) 回数は、何回がいいのか?

中耕除草回数はどれぐらいかということですが、1回から16回の例をご紹介します(図1)。16回にもなりますと3日に一回中耕除草に入ることになります。それを48日間の間やりました。1回, 2回, 4回・・・とやって4回以上はあまり収量は変わりません。この年は500kgぐらいでした。あと食味値ですが、山形県の普及センターへ持って行って食味計を使わせてもらいました。横軸に中耕除草回数, 縦軸に食味値です(図2)。

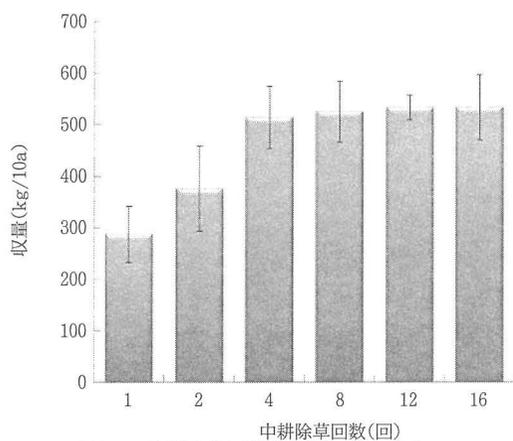


図1 中耕除草回数と収量(2015年)

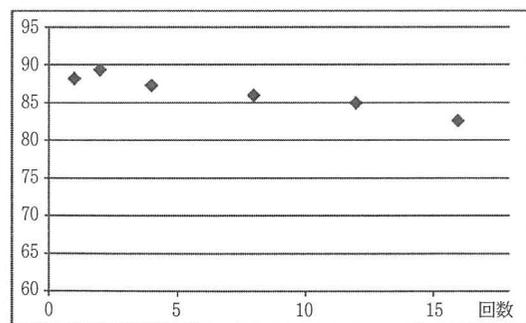


図2 中耕除草回数と食味値(指数)

中耕除草回数が多くなると、やや食味値が下がるという傾向にあります。8回ぐらいやりますと、だいたい85以上になりまして、中には90を超えるというのも出てきます。普及センターの方が「こんな高い食味値は見たことがない」という話をされていました。

図3は最近5年間の中耕除草回数4回と8回の結果です。10年間同じ水田で同じ品種(ササニシキ)を使っています。10年たっても収穫量はほとんど変化がないと言えます。

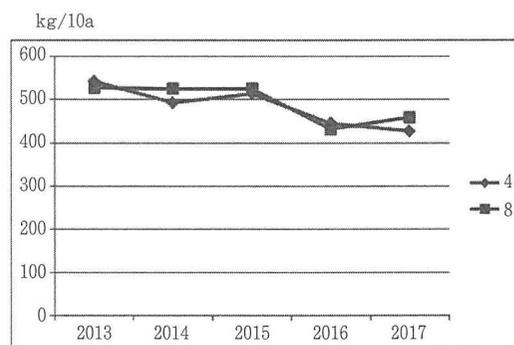


図3 最近5年間の中耕除草4回と8回の収量差

4. なぜ、無肥料でできるのか?

去年でちょうど10年たちました。イネは養分無しではもちろん育ちません。ではなぜ無肥料でとれるのかということをお話します。稲に必要な養分はもちろん皆さんご承知のとおり沢山あるわけですが、特に窒素10kg/10aは欲しいというところです。ケイ酸は特別ですが、100kg/10aぐらいは必要ということになります。

5. なぜ、中耕除草回数を増やすといいのか?

窒素についてですが、なぜ中耕除草回数を増やすといいのかということで、実験をしました。土をコンテナに入れて、その上に2mmの枠を4個重ねました。これは2mmごとに土を切り落として調べるためです。一方はお天道様が出ている方、片一方は真っ暗闇にしたところで、どんな違いが出てくるのかということを見ました。

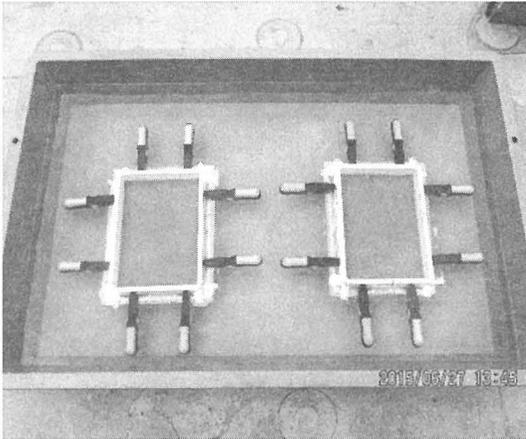


写真8 光の有無による実験

写真8は陽に当てた方です。クランプで枠を硬く留めているので、こんな風になっています。もう一方は暗闇にするために黒い箱で覆いました。

図4が結果です。0～2mmのところだけ、光を当てた方（左側）で窒素が増え、あとはどちらもほとんど差が無いということになりました。赤い方（右側）が光を当てなかった遮光区です。この結果から、光合成微生物が窒素固定を行ったということが分かりました。

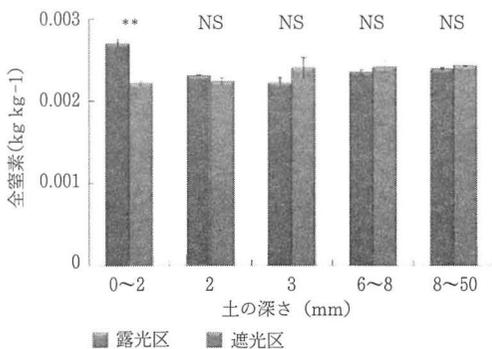


図4 土の深さと全窒素（左露光区，右遮光区）

光合成微生物というのは、太陽光と炭酸ガスで光合成を行うとともに、空気中の窒素を固定して蛋白質を作るといことも行っています。CN比がほぼ11でした。窒素は約10kg/10a固定していると考えますと、炭素はその11倍ですので110kgになります。そうすると、炭水化物が275kg/10a、約300kg近い一次生産量があるということになり

ます。

土を攪拌するとなぜいいのかというと、混合攪拌し、均一化して、分解反応を高速化させるためです。稲は蛋白質を吸収できません。蛋白質を分解して最後にアンモニアになると吸いやすくなるということで、そこまで発酵を進めてやる。そのために攪拌するとよいということになると思います。お酒を造るときに、醸（かも）すということを行います。大きいタンクに糶（かい）を入れて掻き混ぜますけれども、それと同じで、実は土もかき混ぜて醸すと良くなるということだと思います。

それからもう一つ良いことは、攪拌すると土の表面が更地になります。更地になってしまうと、ここに新たな光合成微生物が繁殖します。だいたい2日、3日で全面を覆いつくすほど、見ても分かるぐらい繁殖してきます。ここに窒素（蛋白質）が新たに蓄積する、それを攪拌して土中に入れる、分解が進む、同時に表面は更地になり新しく繁殖できる面が出来る。こんな仕組みではないかと考えています。

どれだけ窒素が増えたかということですが、私たちが測った結果では、だいたい10a当たり1日に100gぐらいの窒素を固定しています。ですから10日で1kg、稲を作っている期間が100日としますと、100日間で10kgぐらいの窒素が固定しているのではないかと。つまり田んぼは肥料製造工場になるということです。大事なことは、除草は「除草」だけではなかった。同時に窒素を作り、稲の肥料として供給出来るようにしていたということだと思います。そのことが江戸時代に辿り着いた一つの大事な結論ではないだろうかと思いません。

6. イネは、濃いのが苦手、薄いのが好き！

もう一点は、稲は濃い養分が嫌いだということです。薄い濃度が好きなのです。これは、稲が水生植物だということにあります。ご覧になったことがあると思いますが、ハイポニカ農法で大きな一本のトマトの木から、沢山のトマトが出来てい

る写真です。養液は1方から反対側に流していると思います。畑ではなくて、これは養液栽培でやっているわけですけど、私どもはハイポニカの家庭用を購入して、イネを育ててみました。市販の水耕液を使って窒素で10ppmと2ppmぐらいにしてみました(写真9)。



写真9 養液栽培の試験 (7月22日)

養液栽培用のマニュアルには、500倍から1000倍ぐらいに薄めて使いなさいと書いてあります。そこで、最初窒素は50ppm(1200倍)と10ppm(6000倍)の2つを作って、使ってやりました。これは畑の作物はだいたい50ppmぐらいの薄さで良く出来るということが知られているので、それよりはもう少し薄くしてということで、10ppmの区を作りました。ところが、50ppmと10ppmではほとんど分けつが起こらないのです。

これでは駄目だということで、更に5分の1の2ppmまで落としました。そうしてしばらくしたら急に分けつが始まって、大きくなりました。つまり稲は非常に薄いのが好きだということなのです。2ppmでは市販の養液の30000倍です。10ppmが6000倍ですから、舐めても大丈夫で、飲めるぐらいの薄さの溶液だと思います。写真10は2ppmと10ppmの比較です。2ppmの方が根っこが伸びています。つまり薄い方が良いということなのです。

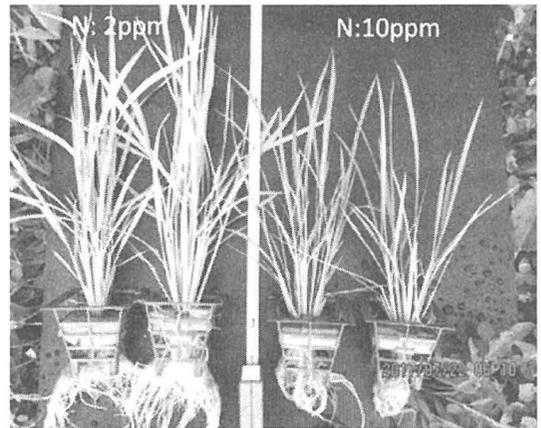


写真10 左が2ppm 右が10ppm (7月22日)

そういうことと、これまで水田の多収穫で有名な2つの方法について考えてみました。一つは松島省三さんのV字理論、もう一つは先ほどお話しをされました志賀さんのお父さんの志賀一さん、関矢信一郎さん、宮崎直美さんたちが開発された漸増追肥法です。松島さんのV字理論のVというのは、ちょうど幼穂形成期頃に窒素を切りなさい、窒素は低くした方がいいよという話なのです。私たちの田んぼの隣は普通の慣行栽培ですが、ついでにそちらをちょっと調べさせてもらったところ、中干しの前では土の中の窒素成分が非常に高いです。

このときイネはどんなふうになっているかというと、下の葉が赤くなっていて、かなりくたびれた状態でした。しかし、中干しをしたあと水が入ったら、急にグンと大きく苗が育ち始めました。つまり松島さんのV字理論は、実はイネは低い濃度が必要なのに、濃い状態にしてしまっている。それを落としましょう、すなわちイネの好む薄い状態にしましょうということではなかったかと思えます。

それから志賀さんたちの漸増追肥法の初回は幼穂形成期に10a当たり窒素で0.5kg撒きます。それから3日後に1kg、それから更に3日後に1.5kgというふうに、段々と追肥する窒素を増やすのですけれども、10a当たり0.5kgというのは、ほんの少しなのです。稲もそんなに大きくないときに、少しだけ肥料をやり、イネが大きくなるにつれて

施肥量を増やしていくやり方です。二つの方法とも稲があまり濃くない窒素成分あるいは養分を非常に好むのだということを示しているのではないかと思います。

7. なぜ、農薬が必要になるか

なぜ農薬が必要になるのかということなのですが、私は肥料をやるから農薬がいるのだと思います。稲が必要としている以上に濃すぎる濃度の肥料を与えてしまうと、根は軟弱になりますし、養分過多にもなります。当然そのことはストレスとして働きます。結果としてメタボな稲が出来上がってくるということです。メタボの稲は人間でもそうですけれども、病気にかかりやすくなります。もちろん軟らかいので虫も食べやすい。それから養分がいっぱいあるから草も喜ぶ。病原菌や虫や草は喜ぶということになるということです。

農薬は「農のクスリか」ということですが、殺菌剤 (germicide)・殺虫剤 (pesticide)・除草剤 (herbicide)は、みんなcideという言葉が付いています。cideというのは「殺す」という意味です。ついですが、薬はmedicineといいますが、農薬は英語ではagri-chemicalsといい、決してagri-medicineとは言わないんです。つまり正確に訳せば「農業化学資材」です。ですから本来の意味で訳すれば、農薬はクスリではないということになるのかなと思います。

無肥料でやりますと、実は農薬はいりません。10年間やってきましたけれども、一度もかけたことはありません。かける必要がなかったということです。それからもう一つは、むしろ逆の現象といいますか、周りがイモチ病が出てきて大変だという年があったのですけれども、私たちの田んぼはどういうわけか、イモチに罹った田んぼに囲まれていましたけれども、イモチ病は全く出ませんでした。もう一つ問題があるのは除草剤ですね。除草剤を撒くと窒素固定の光合成細菌類が死んでしまうのです。そういうことで除草剤は草も殺すけれども、一番大事な窒素を固定してくれる菌も殺しているということになります。

8. 私たちの到達点

私たちの結論は、①ワラは全量戻す。②健苗を浅植えて20株/㎡くらい、③カルチは8回くらいがお奨めで、株間除草もする。④それから田植え後3日くらいから幼形期まで均等に除草に入った方がいい(8回は6日間隔)。先ほども話がありましたが、草が小さなうちに入った方がいいということで、私たちは田植え後3日目くらいから中耕除草に入っています。⑤水はあまり切らさない。



写真11 試験圃の稲

その結果どうなったかということ、1株だいたい15本ぐらいになるのですが、病気なし、虫害なし、下葉があまり枯れない。それからアキアカネ(赤トンボ)やドジョウが私たちの田んぼには増えませんでした。隣は増えていません。写真11が秋の状態です。

9. なぜ、無肥料の多収の研究はおこなわれなかったのか？

最後になりますが、なぜ、無肥料で多収の研究は行われてこなかったのだろうか？という疑問で

す。一つは西洋崇拜主義、「ヨーロッパの学問は進んでいる、ヨーロッパの農業は進んでいる、(わが国は遅れている)」という考え。だから江戸時代にあれだけ多数回中耕除草が広まり、沢山の本も出ているにも関わらず、明治以降見逃してしまった。

もう一つは西洋農学を導入した官庁農学、語弊があるかもしれませんが、所謂上意下達式に西洋農学を全国に広めた。私も実はその官庁農学でご飯を食べさせてもらってきましたので、天に唾する言い方ではありませんけれども、この2つが重なって無肥料での研究は行われなかったのではないかなというふうに思います。

さらに付け加えれば農学自身に欠陥があると思います。農学は今、非常に多くの分野に細分化されています。しかも分析をすることが先行していて、総合的にどうするのかということが、ほとんどやられていないわけです。土をやっている人は稲を見ない。稲をやっている人は土を見ない。両方見る人は誰もいないということになっていると思います。

それでは誰が総合化すればいいのかということになるのですが、本来は農学の方でやるべきと思います。しかし、現状ではなかなかそれは難しそうだという気がします。最近、農家の方にもお話をする機会があるのですが、私は「農家の方が自分たちでやればいい。農家の人たちが自分たちで測って、自分たちで分析をして、総合化すればいい」ということを申し上げています。

最後に農文協が明治農書全集というのを日本農書全集の後に出しましたが、その中に水田の除草のことが書いてあるのは2か所しかなく、そのうちの1箇所はなんと私が今いる山形県の方が1891年に書いておられて、全集の2巻に出っていますが、「中耕除草は当地方においては少なきは二度、多きは四度なりとはいえどもいまでもって充分なりとせず、六、七度ぐらいは取りたきものなり」とあります。この方はたぶん多数回の中耕除草が大事なことは認識されておられたのだと思いますが、もう明治の中頃にはそのことが行われなくなって

いたことを示しています。

10. これからどうする？

「水田は人工共生系だ」ということを東北大の栗原康先生がおっしゃっておられます。先生は「共生の生態学」(岩波新書)の中で、「水田は人工共生系、畑は人工系だ」と書いておられます。でも私は畑も人工共生系にすることが出来るのではないかな、これからの取組み次第だと思います。水田も畑も、共生と自然の循環を積極的に利用していく。

田んぼや畑に垣根は作れないのです。ですからいろんな生きものが出入りするわけです。菌も飛んできます。そういう中で稲も草も動物も最後に人も元気に生きる、そういう農法が大事なのではないかと思っています。特に自然栽培をやっている方は、どの方も非常に元気です。「自然栽培の田んぼに入ると元気が出てくる」という話もされています。私も田んぼに入ると元気になって今もやっておりますので、それは実感しています。稲も草も動物もついでに人も元気になる、そういうのが必要だと。

これからは横井時敬の言われた「農学栄えて、農業滅ぶ」の逆の「農業栄えて、農学滅ぶ」にならないようになって欲しいと思っています。

最後ですが、一昨年、青森の田舎館村というところをたまたま通りかかったら、ここに垂柳遺跡というのがありました(写真12)。ここはパイパ



写真12 田舎館村の垂柳遺跡

スを作る時にこの付近を掘り起こしたら、その下から岩木山の泥流が流れ込んだ跡があり、その下から約2100年前の田んぼの遺構が広範囲に出てきました。畦の形、水路の様子、それから人の足跡まで、一緒に土器だとか石器だとか農具までも出てきました。日本では約3000年以上前に九州の方に水田稲作がもたらされ、それから1000年経たな

い間に青森まで到達した。水田稲作は1万年前、今の中国で始まったのですけれども、水田稲作の持っている力といいますか、秘密を私たちはまだまだちゃんと明らかに出来ていないのではないかという気がしています。

どうもありがとうございました。

参考資料 1

Table 1. 日本農書全集にある除草回数 5 回以上の事例

著作年代	著者	著名	除草回数	国 (県)	全集の巻	ページ
1688・1703	大畑才蔵	地方の聞き書き	7~8	紀伊 (和歌山)	28	27
1697	宮崎安貞	農業全書	5(8)?	筑前 (福岡)	12	88, 134・136
1707	土屋又三郎	耕稼春秋	7	加賀 (石川)	2	55・56
1709	鹿野小四郎	農事遺書	5	加賀 (石川)	5	64・68
1717	土屋又三郎	農業図絵	5	加賀 (石川)	26	91, 92, 105, 109
1760	渡辺綱任	農業日用集	5	豊前 (大分)	33	23
1786	川合忠蔵	1 粒万倍 穂に穂	6<	備中 (岡山)	29	52・55
1789	宮永正運	私家農業談	7	越中 (富山)	6	60・61
1798・1818	児島如水・徳重	農稼業事	5	近江 (滋賀)	7	24・28
1819	著者不詳	合志郡大津手水田畑諸作時候之考	5	肥後 (熊本)	33	217
1818・1830	著者不詳	久住近在耕作仕法略覚	7	肥後 (熊本)	33	165
1834	細木庵常・奥田之昭	耕耘録	5	土佐 (高知)	30	76
1837	久下金七郎	農業稼仕様	5	丹波 (兵庫)	28	320
1837	伊藤正作	耕作早指南種稽歌	4+ α	若狭 (福井)	5	224・225
1841	百姓伊兵衛	農業巧者へ御問下げ10ヶ条	5	周防 (山口)	29	236
1842	加藤尚秀	勤農和訓抄	8	甲斐 (山梨)	62	272
1842	木下清左衛門	家業伝	7	河内 (大阪)	8	71, 73・82
1848・1853	安居院庄七	報徳作大益細伝記	7	駿河 (静岡)	63	311・313
1849	著者未詳	自家業事日記	5	印旛 (鳥取)	29	138
1851	大元権右衛門	農業年中行事	5	周防 (山口)	29	279
1857頃	郷保与吉	田家すきはい袋	5	岩代 (福島)	37	319・320