

# 産炭地域の鉱害による沈下水田の改良

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者名	福永,良一
発行元	農業技術協會
巻/号	26巻3号
掲載ページ	p. 130-134
発行年月	1971年3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



# 産炭地域の鉱害による沈下水田の改良

—昭和45年度農業技術功労賞受賞記(3)—

福 永 良 一

## まえがき

このたび図らずも昭和45年度農業技術功労者としての表彰を受けたことは、身に余る光栄であります。この榮譽は私1人だけに与えられたものでなく、直接にあるいは間接にこの仕事にご協力をいただいた福岡県立農業試験場の皆さんとともに喜びをわかちあうべきものと考えています。

あらためてこの仕事にご援助をいただいた方々に深甚の謝意を表するものであります。



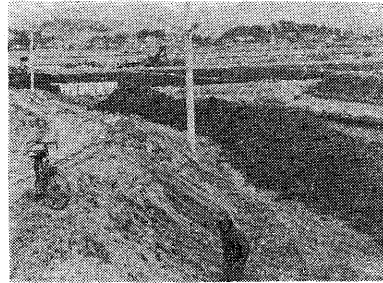
第1図 筆者近影

## 1. 試験研究着手の背景

石炭産業の合理化により企業の整備縮小が進められたために、現在、石炭産業の工鉱業界に占めている地位はきわめて低いものとなってしまったのであるが、昭和30年代の前半までは、北部九州は北海道とともにわが国石炭産業の中心地であった。なかでも福岡県は最も古くから開発された筑豊、三池、粕屋などの大炭田に300余りの大小の鉱山があって、最盛時には2,300万tを出炭し、全国生産量の49%を占めていた。ところが多量の石炭が掘り出された結果、地表面の陥落沈下が生ずることによって、いわゆる農地の石炭鉱害被害をうける。陥落がおこるのは石炭の埋蔵地域が主として水田が広く分布している平坦地であるからであって、このことは主として山地の下層部を採掘している北海道と著しく趣を異にしている。

とくに第2次大戦中に国の要請によって強行採炭が行なわれたため、保安や鉱害に対する配慮を無視した乱掘により地表陥落が次第に進行し、敗戦後は激化の一途をたどっていった。これらの陥落による被害農地の面積は約10,000haに及び、またこれに対して支払われた補償金額は昭和30年当時で年間6億円の多きに達していた。このような情勢のもとに昭和25年に特別鉱害復旧臨時措置法、また昭和27年に臨時石炭鉱害復旧法が制定されて、国家的見地から陥落農地の復旧事業が行なわれることになったのである。

この陥落農地の復旧は、水田の心土の客入や入れ替えであるとか、作土の剥ぎとりや繰返しなどの作業によって行なわれるものであるから、農業土木的な工事が行なわれることは当然であるが、その後の稲の生育や収量に及ぼす影響は、土壌学的分野に関与する場面が非常に多い。福岡県で鉱害復旧事業が進められるにあたって、これと併行して試験研究が土壌の場面からまず着手されることになった。このために福岡県農業試験場に鉱害研究室が設置されたのが昭和28年であった。その後昭和32



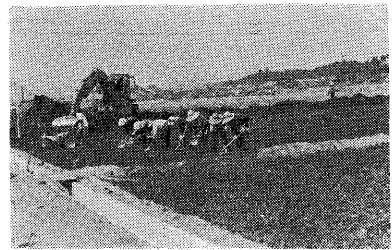
第2図 くり返し作土の堆積

試験研究にも着手することになった。

年に筑豊地域の石炭鉱害地帯の中心地に鉱害試験地が設置され、現地の陥落農地や復旧田などの鉱害に対応する作物の栽培法に関する

## 2. 北部九州の炭坑地帯における石炭鉱害の実態

1) 耕地の陥落による被害 石炭を採掘するために地表面が沈下して、道路、鉄道、家屋などが傾斜したり破かいされ



第3図 作土のくり返し地均し

たりするのであるが、農地としてはつぎのような陥落被害がおこる。① 田面が甚だしく沈下し、常時湛水して一面が池沼状態となって、耕作は全く不可能となる(小規模の水没状態)。② 田面が不等沈下し、傾斜凹凸を生ずるので、手畦をつくって田面水の水深がなるべく深淺を生じないようにして、水稻を栽培せねばならない。したがって田面の潰れ地が多く、耕作に多くの労力を必要とする(農地の傾斜)。③ 広範囲の農地が盆地状に

沈下し、降雨時には冠水し、その後も長期間湛水して作物の被害が甚だしい（大規模の水没状態）。④ 農地の漏水が甚だしく、かんがい水の浸透過多のため旱害を蒙りやすい。⑤ 溜池、井堰や水路等が損かひし、その効用が著しく減退する。

このような農地の沈下陥落が生じた場合におこる過重な労力や作物の減収に対しては、加害者から被害者農家に対して補償金が支払われているが、補償金の算定にはつぎのような点に考慮が払われている。① 田面水の水深——筆の田において田面水の浅水と深水の部分とが生ずる。② 小畦畔（手あぜ）の構築——不等沈下が甚だしい場合には、手あぜを築いて田面水の水深を調節する。これによって潰れ地が生じ、耕作にもまた多くの労力を必要とする。③ 耕土の移動とその厚薄——手あぜを築くさいに耕土が手あぜ部分となるほか、地均らしによって耕土の厚薄が生ずる。④ 漏水過多——場合によってはかんがい水の漏水が甚だしく、その管理に多くの労力を要し、また旱害を受けやすい。⑤ 湿田化——陥落傾斜した水田のうち低位置にある部分は次第に湿田化する。⑥ 冠水——沈下陥落の甚だしい場合は降雨時に冠水被害を受けやすい。

福岡県における鉱害農地面積の推移は第1表のとおりである。

第1表 福岡県の鉱害農地面積

調査年	調査機関	陥落被害地 総面積 (ha)	陥落被害地内訳 (ha)		鉱毒水被 害地 (ha)	合 計 (ha)
			不毛田	減収田		
大正6年	県 農 会	1,862.4	87.8	1,774.6	933.4	2,795.8
大正8年	県 農 会	3,375.6	275.5	3,100.0	1,134.0	4,509.6
大正9年	県 農 会	4,212.0	336.9	3,875.1	2,803.7	7,015.7
昭和2年	県 農 会	4,565.1	599.8	3,965.3	1,388.3	5,953.4
昭和4年	九大・沢村教授	4,901.6	942.0	3,959.6	2,177.3	7,078.9
昭和19年	県 庁	7,319.2	1,467.9	5,831.3	不詳	不詳
昭和23年	県 庁	9,475.0	1,575.0	7,265.0	1,825.0	11,300.0

2) 炭坑排水による水質の汚濁と農作物の被害 炭坑の坑内からは常時坑内水が排出されているが、一般に坑内水は多量の可溶性塩類を含有している。また反応が強アルカリ性あるいは強酸性のものがある。坑内から掘り出された石炭の選別と微粉炭除去は、坑内水を用いて水選によって行なわれるので、洗炭廃水は多量の微粉炭の浮遊物を含み、黒色の濁水となっている。また微粉炭の除去のさいに、浮選油として多量のクレオソート油が用いられるので、その成分であるフェノール類が微粉に吸着されている。河川の水は、これらの坑内水と洗炭廃水の放流によって著しく汚濁されているので、これがかんがい水として用いられるときは、農作物に被害を及ぼす

ことがある。北部九州で最も炭坑の密集している遠賀川水系流域の筑豊地帯では、約200の炭坑から毎秒2.1tの洗炭廃水が遠賀川に放流されていた。遠賀川水系流域における耕地面積は13,000haで、そのうち遠賀川によるかんがい面積は9,300haであるが、またそのうちの4,800haが汚濁水の影響を受けている。

### 3. 陥落沈下農地の復旧

石炭採掘のために生じた陥落沈下農地の復旧が国家的見地から採り上げられたのは、昭和25年に「特別鉱害復旧臨時措置法」、昭和27年に「臨時石炭鉱害復旧法」が公布されて以来のことである。

特別鉱害復旧臨時措置法の対象となる特別鉱害とは、第2次大戦中、国が戦争遂行のために、法令による命令または行政上の措置に基づいて石炭の増産を要請し、このため通常は鉱害が発生するおそれがあれば石炭採掘を見合わせるか、あるいは採掘の制限をせねばならない箇所を採掘したり、または陥落鉱害防止対策を講ずべき個処に対して防除対策を講じないで採掘したために生じた陥落沈下による鉱害をさしている。これまで特別鉱害復旧臨時措置法によって復旧された農地面積は約2,000haである。この法律はすでにその使命を終わり、昭和31年3月を以て失効したのである。特別鉱害に該当しない一

般の陥落沈下農地は臨時石炭鉱害復旧法によって現在もお引き続き復旧が行なわれている。これによって復旧された農地の面積はこれまでに約5,000haである。

臨時石炭鉱害復旧法によって行なわれている農地の復旧方法は、省令によってつぎのような6種類に定められている。

1号工事：傾斜直し工事であって、作土をいったん剥ぎとって、心土を地なら

しして均平となし、作土をもとにもどすもの。

2号工事：かさあげ工事であって作土をいったん剥ぎとり、1号工事において余剰を生じた心土を客入して、作土をその上にもどすもの。

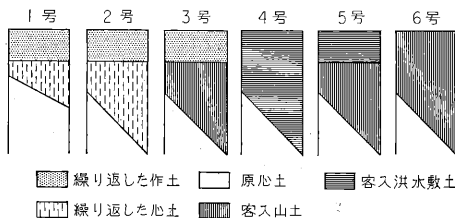
3号工事：かさあげ工事であって、作土を剥ぎとり、山土等の肥沃でない土を客入して、作土をその上にもどすもの。

4号工事：かさあげ工事であって、洪水敷等の肥沃な土を作土ならびに下層土として客入するもの。

5号工事：かさあげ工事であって、田面に山土等の肥沃でない土を客入し、その上に作土として洪水敷等の土を使用するもの。

6号工事：その他の方法によるものであって、6号工事として最も多く行なわれている方法としては、山赤土を客入して作土および下層土とするものである。その他、サンドポンプを使用して作土と心土を吹きあげるものがある。

これらの工事全般にわたって、作土および下層土として土壌を構成する土層の厚さは45cm以上あることが必要とされている。またここで肥沃でない土というのは、普通には近傍の丘陵地の第3紀層の頁岩質の山赤土のことを指しており、これが最も多く使用されている。これらの工法のうち、1号工事と2号工事は、通常の圃場整備事業でもよく用いられる方法であって、1号工事の一部のものは、いわゆる切り工事に該当し、2号工事はいわゆる盛り工事である。陥落沈下農地の復旧工事として最も多く行なわれている工事は、山赤土をかかさ上げ用の心土として客入する3号工事である。4号工事と5号工事はともに洪水敷土を使用する工法であって、工事ははじめられた当初は割合によく用いられた工法であったが、現在では洪水敷を取りつくしたことで、河川の護岸の立場から採土することが禁止されている。第1号から第6号工事までの陥害復旧田の土壌の構成を模式的に示すと第1図のとおりである。



第1図 陥害復旧田の模式図

#### 4. 陥落沈下陥害復旧農地の生産力

いまでこそ作土の切り取り、盛り上げによる地均らしであるとか、作土扱いなどは、これまでに、すでにいろいろな規模で行なわれてきた圃場整備事業を経験してきたことによって、土壌の移動に伴う物理化学的性質の変化や、それが地力とどうつながってゆくか、あるいは地下水位がどのように影響するかなどの基本的な条件はだいぶ明らかになってきている。ところがわれわれがこの仕事をはじめたころは、土層全体をいったんは解体してしまうようなこの陥害復旧事業によって、作土部分はずもとに戻されるとしても、はたして水稲がどの程度生産されるのか、見当がつかなかったのが本音である。ところが復旧田での水稲の生育状態を見て回ったり、自分で現地試験をやってみると、当初心配していたほどの

ことはなく、案外に稲の出来栄えがよいのを見て胸をなでおろしたものであった。事実農家から苦情が多く出るのは収量のことでなく、礫が多いとか、復旧後初年目に耕起や代かきの時に足のめりが甚だしいとか、漏水がひどいとかの物理性に関するものが非常に多い。

復旧が行なわれた後の水稲の収量の推移は、現在あちこちで行なわれている圃場整備跡地のものと、同じ傾向をたどるものとみてよいと考えられるが、われわれが行なった現地試験の結果からみれば、大体3つの型に分かれる。第1の型は、復旧後初年めの収量が高く、第2年以降収量が漸減し、3～4年後に収量が安定する。この型はごく普通に行なわれる山土で心土をかかさ上げた後に作土をもとにもどす工法でもって代表される陥落陥害復旧田の収量の推移を示す典型的なものである。第2の型は、復旧直後から数年間一定の傾向がなく、数年後になって収量が安定してくるものである。第3の型は復旧後年次が経過するにつれて、収量が漸増するものである。

第1の型をとるのは、復旧作業中に剥ぎとられた作土が隣接地に堆積されている期間中によく乾燥し、そのために乾土効果が発現することによるものである。したがって工事期間中の天候によって堆積された作土の乾燥の程度が左右されるが、工事は普通、水稲の収穫後に始められるので、一般的には比較的乾燥を受けやすいのである。作土が十分に乾燥を受けるような天候に出あうと、乾土効果により窒素が有効化されて、復旧後の初年めには思わぬ高い収量が得られることがある。第2の型をとるのは、復旧作業の期間や方法あるいは天候などの影響で、剥ぎとられた作土の乾燥がよく行なわれなかった場合とか、心土の状態が復旧前より甚だしく悪くなった場合である。たとえば、1号工事では心土を切りとったために、作土のすぐ下に砂礫層があらわれてきて水の浸透が甚だしく、負圧を生ずることによって土層が緊密化した場合などである。いずれにしても、工事中の作土の乾燥の不十分なことのほかに、心土の物理性の不良による場合が多い。第3の型をとるのは従来の水田の作土を用いずに、新たに肥沃でない山土などをもってきて作土とする場合である。

前述したように、ごく普通に復旧工事が行なわれておれば、水稲の収量面での問題はあまり生じていないのであるが、むしろ問題は耕作に要する労力面にある。陥落沈下した農地が復旧されると、農家に対して、その水田が熟田化するにいたるまでの過重労力、手直し労力、増加水利費、超過肥料および減収などの要因に対して補償金が支払われることになっている。これについては、昭

和28年に「農地および農業用施設に関する復旧工事後の措置に関する省令」によって補償金の評価基準が定められていたのであるが、次第に年を重ねてゆくうちに、工法が重機械を使用するようになったことなどもあって、実情に合わない面も出てきた。一方昭和28年以来8年間にわたって鉱害復旧農地の熟田化の状況について現地試験が行なわれ、われわれも農林省の委託を受けて、その一部を福岡県の鉱害復旧田について担当したのであるが、これらの試験成績を参考にして前記省令の一部が昭和41年3月12日付で改正された。

この改正にあたっては、「臨鉱法第73条による補償金評価基準改訂に関する調査報告」として、農業大学横井利直教授、九州大学青峰重範教授および九州大学藤川武信教授の3教授によって調査報告が提出されている。この中で述べてある復旧工事に対する規制事項について触れることにするが、復旧田の問題点がどこにあるかがある程度うかがえると思う。まず一般工事に関するものとしては、① 心土の切取工事によってち密な心土が頭部に出現した場合には、20cm以上を機械的に攪乱混淆し、あらためて適度の鎮圧を行なう。② 心土の切取工事によって、砂礫層、泥炭層のごとき好ましからぬ土層が田面下45cm以上に出現してはならない。③ 重機械を用いて工事を行なったために、過重転圧により心土の上部にち密に過ぎる土層が生じた場合には20cm以上を機械的に攪乱混淆し、改めて適度の鎮圧を行なう。④ 既往の事実を照らし、湛水後土層が柔弱に過ぎ、特殊な耕耘機の使用を必要とするような工事は行なわない。⑤ つぎの土壌は田面下45cm以内に使用してはならない。黒ボク、火山土壌下層土、礫土および礫に頗る富む（礫含量30%以上）土壌、泥炭、ボタ。また補償基準の項目としての過重労力に関するものとしては、① 復旧工事によって生ずる土塊のうち、作土に混在するものは15cm内外以下でなくてはならない。② 同上土塊は作土に2割以上混在してはならない。③ 作土に混在する礫は直径2～3cmを越してはならない。④ 同上礫は作土に2割以上混在してはならない。手直し過重労力に関するものとしては、① 復旧後、耕地に生ずる盛り上がり部分の比高は10cm内外以下でなくてはならない。増加水利費に関するものとしては、① 復旧工事によって新たに生じる隣接田との落差は1mを越してはならない。また超過肥料に関するものとしては、① 作土への混入する心土の量は2割を越してはならない。② 復旧に使用した土が遊離の酸を含み、風乾土の水浸液のpHが4を甚だしく下がる場合には、作土および心土15cmをpH4になおすに要する炭カルを工事のさいに施用し、よく土壌と混合する。

以上のように、礫の大きさや含量がきびしく規制してあるのは、心土のかさ上げ用のために、ともすれば礫含量の多い山の赤土が多く使用されるからである。工事のはじまった初期には、礫の少ない山土を掘り出すことが容易であったが、現在はそのような山土を掘りつくして、近傍に残っているのは礫含量の多いものとなっている。現在は良好な山土の入手難が工事のネックとなってきている。また土塊の大きさと含量についても規制してあるのは、工事はほとんど作土の繰り返しが行なわれるので、表土を堆積している間に乾燥を受け、作土をもとに戻した場合、どうしても土塊ができやすくなる。これは耕作にあたり過重な労力を必要とすることになるので、規制が加えてある。

## 5. 陥落沈下鉱害復旧田の熟田化

復旧工事が行なわれると、作土繰り返しの場合には、乾土効果の発現することが多い。また山の赤土を作土とする場合には、初年目は酸化的状態で推移するが、年次の経過につれてしだいに還元状態に傾いていく。また、はじめ膨軟であった土層は水の浸透によってしだいに緊密化し、鋤床層が形成されるにいたる。このように復旧後数年間は土層の物理化学的性状が不安定であるが、その後水田土壌としてある一定の平衡状態に達して、水稻の収量が安定するようになる。この間の物理化学的性質の変化を熟田化の過程として捉えようとして試験を行なった結果をつぎに要約することにする。

1) 古第3紀層頁岩質土壌（山の赤土）の水田土壌としての特異性 山の赤土は鉱害地周辺の丘陵地から掘り出されて復旧用土として用いられる。この土壌の表層土は土壌生成作用を受けているが、客土用として用いられる大部分の山土は、種々の程度に風化している土壌母質物であり、有機物をほとんど含んでいない。このような山土で水田を造成し（作土と心土ともに）、水稻栽培期間中に湛水しても、有機物を含んでいる通常の水田土壌のように還元状態に傾かない。それで、土壌中の無機成分の行動は通常の水田とは異なってくる。すなわち、水稻作期間中に湛水状態にありながら畑土壌の性格を帯び、無機成分は畑状態におけるものと相似た行動をすることが認められた。

この土壌は緩衝作用が弱く、反応の矯正をするさいに置換酸度( $Y_1$ )の3倍相当量の石灰を加えるとpHは7以上となり、強酸の中性塩を加えるとpHは4位になる。湛水しても土壌は還元状態に傾かないために、ことに硫酸アンモニアのような強酸の中性塩を加えるとpHは4附近となり、可溶性のアルミニウムが存在する。これは

水稻の生育を著しく阻害する。したがって、石灰を施用しないと硫酸アンモニア増施の効果が認められず、収量はかえって低下する。現地においては炭坑排水中の硫酸ナトリウムがかんがい水中に混入しているので、この現象が激化する。ライシメーター試験によって、浸透水に溶けて溶脱してくる無機成分を定量してみると、赤土の場合は施用した肥料およびかんがい水から供給された量以上の硫酸イオンが溶脱されてきている。これによっても硫酸の還元がおこっていないことがわかる。通常の水田土壌の場合は、供給された量よりも溶脱した硫酸根の量ははるかに少ない。これによって還元によって硫化物が土壌に蓄積されていることがわかる。しかし、赤土の場合でも年数がたつにつれて、堆肥の施用、作物の根株、雑草および藻類などによって有機物が供給されて熟田化してくると、土壌は湛水すると還元するようになる。この還元は造田後第2年目の水稻作に認められ、かなり早いものである。

2) 作土繰り返しに基づく還元量の増大による硫酸と石灰の蓄積 作土を剥ぎとり、山の赤土を容入して心土のかさ上げを行なう作業の間に、復旧工事は水稻の収穫後、冬期の乾燥期間に行なわれるので、作土は乾燥を受けるものが多く、乾土効果の発現が著しいことは容易に想像される。復旧後初年目の水稻収量が比較的に高いことは、しばしばみられるところであるが、ライシメーターによる試験によってもこのことが確認された。

土壌の還元が甚だしくなれば、硫酸イオンは硫化物となって土壌中に残留することが予測されるが、これについてもライシメーターによって浸透水中の硫酸イオンを定量して、酸化的状態で推移する赤土の場合と比較すると、作土繰り返しを行なった場合は硫酸イオンの還元量が大きいことが明らかであった。また硫酸イオンの溶脱量の減少に伴って、主な随伴イオンであるカルシウムイオンの溶脱も減少し、石灰が土壌に蓄積されるのを認めたが、この石灰富化作用は水稻の栄養生理的場面においても重要な影響があるものと考えられる。

3) 土層の緊密化と鋤床層の形成 鉦害復旧田は表層土および下層土がそれぞれ繰り返し反転あるいは他所から客入されるために、工事が終わった後は土層全体が膨軟である。したがって牛馬による代かき作業がきわめて困難であるか、もしくは不可能であった。現在は工事に重機械を使用するようになったので、この問題はほぼ解消したが、かえって過重転圧による土層の緊密化の方が障害となっている。

重機械を使わなかった当時でも、地下水が高い場合を除いては、透水性が一般に大きいので、水稻1作後に土

壌はかなり緊密化していた。ことに下層土に砂礫層や土塊などがあって大孔隙がある場合は、土層はより緊密となり、1作後でも鋤床層が形成されることがある。これに対し地下水が高く、水の浸透が行なわれにくいとき、あるいは全層に洪水敷の土を客入したりして土層全体が均質などときには鋤床の形成はおくれる。

4) 水質汚濁による被害 筑豊炭田を流れる遠賀川水系は、炭坑の排水の放流によって著しく汚濁を受けている。これがかんがい水として使用されているが、作物の外観状に被害症状を呈する面積は割合に少ない。しかし、外観上の被害症状を呈しないまでも減収をきたしている面積はかなり広大であると推定される。

被害の発生はその年の気象条件に大きく左右されるものであって、早天が持続し、日照の多い年に著しく、雨天が続き、日照の少ない年にはほとんど被害症状が現われない。塩類濃度が高いために起こる水稻の被害症状は、下葉が枯れて葉鞘のつけ根から折れ、水面に垂れていわゆる流れ葉となる。また水ぎわに近い葉身と葉鞘の境いめに白色の塩類が析出する。塩類濃度が高くなっても、pHが8.2以上の場合にも被害が現われることがある。これも水稻の生育初期に早天が持続し、日照の多い時に起こるが、炭酸ソーダを含むために、腐植が解膠して急激な異常還元を招き、幼植物の根が障害を受けるものである。遠賀川水系の水は洗炭废水の放流によって微粉炭が多く浮遊しているため、黒褐色の濁水となっている。とくに汚濁源である炭坑の近くの井堰からかんがい水を引いている水田には、毎年微粉炭を主とする浮遊物が多量に沈積する。この沈積物は、落水後に乾燥すると固結してその後の耕作が困難となってくるので、農家は圃場外に搬出せねばならない。

## おわりに

福岡県に、かつては300以上もあった炭坑が、今ではわずか30ばかりの数に減っている。当時に起こったような大規模な農地の陥落沈下はもはや起こらなくなった。

これまでに復旧された農地の面積は約7,000haにも達しているが、まだなお、7,000haの復旧を要すべき陥落農地が残留している。現在の農地復旧工事は年間約500ha程度であるから、このペースで農地復旧が進むとすれば、被害農地が完全に復旧されるにはまだ10数年を要するわけである。ともかく、昭和25年に工事がはじまって以来、30年以上の復旧工事が継続されることによって、深刻かつ広大であった陥落沈下農地が解消されようとしている。このことは日本の公害史において特記すべきことである。(福岡県農業試験場農芸化学部長)