

稲作学習のための学校内への簡易水田作成方法の実践的検討と 水田土壌の学習的意義の提案

青山 陽介* 水野 陽平** 太田 弘一***

* 春日井市立岩成台中学校

** 石川県小松市立国府小学校 (2009年度卒業生)

*** 技術教育講座

Practical Research into Making Simplified Paddy Field on Schoolyard for Rice Cropping Studies and Proposal of Learning Significance of Paddy Soil

Yosuke AOYAMA*, Yohei MIZUNO** and Koichi OTA***

* Kasugai City Iwanaridai Junior High School, Kasugai 487-0033, Japan

** Komatsu City Kokufu Elementary School, Komatsu 923-0053, Japan (2009 Graduate, Aichi University of Education)

*** Department of Technology Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

1. はじめに

中学校技術科生物育成は平成20年の学習指導要領改訂により必須の領域となり、すべての学校で栽培か飼育の実習が行われることになっている。本報告は、そうした中で、どこの学校でも一定の面積と日当たりが確保できれば、日本の主食を支える水田稲作の基本技術を学ぶことができる水田を、どこの学校でも設置できる方法を検討した実践的研究報告である。

技術の生物育成で、しばしばみられる授業実践として、最先端の技術としてとりあげられることが多い、植物工場がある。未来の農業技術として、高層ビルでの土地を有効利用した生産効率のよい栽培技術として紹介されることも多い。植物工場での栽培方法としては、ほとんどが水耕栽培で行われ、照明は人工光である場合が多い。ビルなど建物内での栽培では人工照明が必須となる。これらのことから、特に、栽培圃場がない学校内での栽培授業題材として、植物工場はとりあげられやすい条件がある。

しかし、植物工場では、人工光システムや水耕システム管理のための電気をはじめとするエネルギーと投入資材や管理システムなどのところで限界がある。とりわけ、現状での人工光エネルギーシステムでは、稲を含めた生育が長期間にわたる穀物や根菜類などの生育が技術的に困難があり確立できていない。そして、

日本と世界の人類の食糧生産全体を支える栽培技術としては、畑や水田での土を用いた栽培が基本となることは明らかである^{1) 2) 3)}。

これらのことから、畑や水田での土壌を用いて、自然エネルギーそのものである太陽光下での栽培技術を学ぶことの意義は、人類的な課題でもあるといえよう。上記の植物工場栽培技術自体を、中学校技術科においても学ぶ意義を否定するものではないが、人類の食料を支える栽培技術の基本を学んではじめて意味を持つものであると考える。太陽エネルギー利用と土壌の物質循環を利用した栽培技術の基本の中にある生態系・エコロジーの視点、エネルギー変換の視点⁴⁾をあわせて学ぶことができることから、これからもっとも重要な意味を持つ技術の学習としての意義を強調しておきたい。

以上のことから、校庭で簡易水田を設置する方法と稲作授業の可能性について、学校での実践として検討した内容を報告するものである。

2. 水田の設置方法の検討

水田は、土に水を入れて湛水状態となるが、普通の畑や花壇の土に、水を入れても、すぐには土壌間隙の大きめの隙間から水は浸透して地下へ流れ込んでいくため、単純には湛水状態とはならない。一般的な水田

では、下層は耕盤層が形成されて水を通さない構造ができています。この不透水層の形成は、ひとつには、大型機械によって土壌が固められることによるものと、水をはった後土壌を代かきで攪拌することなどにより、水が流出する土壌間隙が残っている場合、そこに巻き上げられた細かい粘土粒子が徐々に流れ込みその隙間を埋めていくことによって、水の流れがせき止められていくことによる。この営みが繰り返されることにより、不透水層が形成されて水田の湛水状態が実現する。水田の形成自体が農業の歴史的な営みの産物でもあるということができよう。

このことから、学校に水田を簡単に設置するためには土から水が流れ出さない構造をつくるのが必須となる。上記したような水田土壌の特徴や水田を灌漑設備も含めて維持管理する歴史的な農民の営みを含めた学びも重要な題材であるとは考えるところであるが、中学校でそこまでの実践的な学習は困難であり、どの学校でも可能な前提で簡易に作成することが肝要であると考え防水シートを利用して作成することとした。

3. 利用した場所や材料等について

研究は、2009年に春日井市のA中学校2年生（3クラス）で行なった。

(1) 学校内での水田の場所について

水田の設置場所については、候補が二つあった。ひとつは、学校内の畑の一部であり、もうひとつは、その畑横のコンクリート畳の通路部分である。上記したように、防水シートを用いて、その上に土壌を入れるので、コンクリートやアスファルト上でも可能である。水田に用いる土は畑の土をどちらの場合でも使える状態にあった。コンクリート畳の部分は空いている場所が通路になっていることもあり、職員の意見から学校の利便性を優先し判断した結果、畑の一部を利用することとした。



図1 水田設置前の畑の様子

(2) 水田の大きさや周辺の状態について

畑は、当該中学校の校庭の一部に設置され、都市部にある一般的な中学校としてはかなりの面積があった。畑全体の広さは図2に示すとおりである。これまで畑は、中学校技術科の栽培の学習で使用してきた。隣接して池も設置されていた。

その真ん中の一面に水田を作った。水田の大きさは図2に示したように3×7.2mとした。稲の株間は30×20cmで植え付ける予定としたので、1×1mには15株植えられることになる。生徒一人が3株植えられるようにするために、それを畑にあわせると1×7mで105株植えられることになる。3クラスの1クラス29人で全87人なので、261株を植えられる必要がある。そこで、横を3mに延ばして315株植えられるようにした。

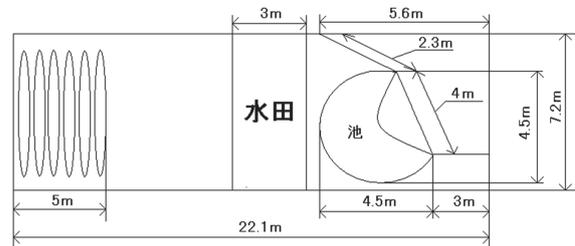


図2 畑の広さと水田の配置

(3) 防水用シートについて

土間用のポリシートやビニールシートでは、耐久性や強度が低いため、稲作の作業によって破れてしまうことも考えられる。一度破れて漏水してしまうと、補修は困難なため、ビオトープなどで用いられる遮水シート（EVAタイガー・シート）を使用した。この遮水シートは、厚さ0.4mmで伸び率が約7倍あり、一度伸びると戻らない性質をもっており、柔軟性・強度ともにすぐれている。また、可塑剤を含んでおらず半永久的に強度が変わらない。よって、水田稲作における作業に十分に耐えられると考えられたので、この遮水シートを使用することに決定した。シートの大きさは畑の大きさと深さを考えて5×18mの大きさと発注した。費用は44,085円であった。

4. 簡易水田づくり

(1) 穴掘りから遮水シート張り

まず、水田の場所となる大きさ3×7mの広さで40cm程度の深さの穴を掘った。その時に掘りあげた土の一部は袋に入れて周りに積む土のうを作った。残りの土は、後からシートの上に入れて水田土壌として利用するために横の空き地に積み上げた。

作業は、通常の技術科の授業時間（3クラスそれぞれ1時間）に行ったが、それだけではまかなえなかつ

たため、ボランティアを募集して、授業後の時間で作業した。全体で、穴掘りに1週間くらいを要した。授業ではスコップ20本で、交代で作業をおこなった。大きな穴を掘る体験は生徒もはじめてなので、楽しみながら作業を行なう姿がみられた。作業を通じて、スコップの扱いや、土の扱いの技術的な学習とともに、土の性質の理解も体験的に学ぶ機会となった。後述するように、水分をいれてからの土の状態変化も体感できるので、幼児期のどろんこ遊びの体験もあわせての

土の性質の体感的な理解につながる学びの機会となったと思われる。

掘った穴に遮水シートを傷めないように保護するため、不織布のシートを敷いた。その上に、上記した遮水シートを、水田より大きい5×9mに広げて敷き、作った土のうやコンクリートブロックを周りに置いてシートを固定した。水田の深さは40cmの深さを目安とし、周辺部で高さが足りない場所にはシートの下に土のうを置いて深さを確保した。



図3 穴掘り開始時 (4月30日)



図6 不織布敷き (6月3日)



図4 授業での土掘り作業の様子



図7 土のうでの土手づくり



図5 掘り上げた水田部の穴と横に積み上げた土



図8 防水シート敷き (6月3日)

(2) 土入れ

シートを敷いた穴は、深いところや浅いところもみられたが、畑の土を、深さが最低30cm程度になるように確保しつつ、全体が水平になるように入れた。後述の代かきの作業により、表面は均等な平面にならされた。

(3) 土について

簡易水田の土は、掘り上げた畑の土を使用した。土性としては、主に、さらさらした性質の砂質の壤土であり、扱いやすい状態であった。代かきや田植えなど、水田の中で作業を裸足で行うので、掘りながら、土の中にある石や固形物などを除き、さらに土をふるいにかけて、安全な状態にした。

(4) 施肥

施肥は、化成肥料(14:14:14)を元肥として入れた。また、生育途中に、追肥としても与え、成長がよくない箇所には多めに施した。

(5) 代かき

田植えの前日に代かきを行った。作業は、技術の授業で、全3クラス1時間ずつ行ったが、1つのクラス

は授業参観にて実施した。

水道水をホースで供給して水を張った。作業は、生徒が裸足で水田に入り、足踏みをしながらかきまわるとして行った。泥んこ遊び的な感覚もあるので、ワーワー言いながら楽しく作業することができた。最後に熊手とトンボで平らにならした。翌日に田植えを行なった。

(6) 稲作の授業

2年生の技術の授業で稲作を実施し、モチ米の種まきは5月14日に行い、田植えを6月4日に行なった。

また、この稲作は、水田養魚として、鯉などの幼魚を入れて、環境保全型農業技術の学習とあわせて行なった。この内容の詳細は、別に報告予定である。

(7) 稲の成長と収穫

授業での管理作業も含めて、生育は順調にすすんだ。収穫作業は、10月28日に、総合的学習の時間を利用して全クラス合同で行なった。

(8) 収穫量

水田から玄米重27.3kgの収穫があった。10aあた



図9 土入れ (6月3日)



図11 代かき (6月3日)



図10 土入れ (6月3日)



図12 代かき後田植えの準備 (6月4日)

りに換算すると779kgであり、全国平均を大きく上回る（1.5倍）収穫であった。ここで作成した水田がたいへん良好な状態であったことが確認できる結果が得られた。

5. 考察

今回の上記の方法によって作成した水田を用いることによって、技術科の授業と総合の時間も利用して、



図 13 田植え（6月4日）



図 14 成長し実りつつある稲（9月10日）



図 15 収穫直前の稲（10月21日）

通常の農業で行われる水田稲作の作業をほぼすべて実施することができた。とりわけ、玄米収量は通常の全国平均比1.5倍という高収量を得ることができた。今回実施した水田の作成方法によって、水田としての機能が十分以上に発揮されることが確認できた。

(1) 設置場所と土の準備について

防水シートを利用することで、今回は畑に設置したが、当初候補の場所でもあったコンクリート畳などの土ではないところでも、今回も利用した土嚢やブロックなどを周囲に積むことによって、中に入れる土の深さを確保できる。確認しておくべき条件として、日射量が重要である稲は十分な直射日光が1日を通じて当たる場所であることが重要である。校舎の影にならない南側の空き地が必要となる。最大の課題となるのは、土の確保である。市販の培養土では、パークなどの有機物が大量に入っているものも多く、土壌粒子が少なく、有機物は水に浮くことも含めて、水田土壌に適していない。また、建設工事などで発生する土は、汚染物質が含まれる可能性もあるため、安心して利用できない。購入する場合は、造園などに用いられる山土（真砂土）がよいと思われる。

(2) 水田設置作業の教育効果

今回の畑に水田を設置する作業自体が、技術教育の学習課題としての意味を持ち得る可能性が確認できた。すなわち、土を扱う道具としてのショベルの扱いと土の扱い方、土嚢袋の利用の仕方、土と水の相互作用の動的な性質の理解などの学びがあり、それらは、稲作をはじめとする農業で求められる技術的な能力としてだけでなく、近年多発している土砂関係の災害時の防災の観点も含めた技術的な力を習得することにつながると思われる。

そして、これらの土を扱う作業を生徒が楽しみながら行っていたことも、人間の土とのかかわりの積極的な意義として確認できると思われた。

また、もともと内容として総合性がある学習題材である技術は、総合的学習の時間と連携させて有効に機能させることも考えられる。

(3) 水田土壌に関する学びの提案（技術生物育成での「土づくり」の課題の一環として）

水田稲作には、畑状態の栽培と異なる栽培技術がある。とりわけ、「はじめに」で述べたように、湛水状態の水田土壌の特徴は畑状態の土壌と大きく異なることが重要である。

水田は、湛水状態で代かきを行い、土壌を攪拌するので、土壌を構成する粘土粒子は水中に拡散し、土壌粒子の大きさにしたがって沈降滞積し、水田土壌の表面には細かい粘土粒子が堆積したとろとろした状態で

均一な面となる。したがって、団粒構造は存在しない。

この水田土壌の特徴から、裸足で水田に入った場合には、最初足を入れた時にはひやっとするとともになんとなく気味悪い感じもするが、すぐに慣れて、とろとろした土の感触が気持ちよく感じられる。水田での田植えを実施した時に生徒や学生から聞かれる一般的な感想である。

土育からの意義

ちなみに、この土・どろんこの感触は、幼児期のどろんこ遊びや伝統的な泥んこになる祭礼行事などでみられる人類の原初的に求められる感覚でもあり、自然とのふれあい、一体化の体感がともなう。太田が「土育」として提案しているが、そうした体験の中に存在する、教育的意義には大きなものがあると考え⁵⁾。今回の水田づくりからの実践で行なった代かきの作業の中には、このような体感もあわせての教育的意義があると考え。水田での体験的な学習からえられる、もうひとつの教育的意義として確認しておきたい。

そして、ここでは、こうした水田土壌の特徴の体感とあわせて、水田土壌自体の技術的な意義の学習を強調しておきたい。

土づくりの学習の意味

土づくりの学習は、技術教育として重要であり、栽培技術のもっとも重要なひとつとして位置付けられる。有機物を（堆肥化する技術も含めて）、畑土壌に大量に施用して耕すことを数年継続することによって、団粒構造が形成され、保水性と通気性が同時に実現する土壌の物理性が確保される。このことは、農業技術の中でも、たいへん大きな意味をもっている。すなわち、作物の生育のための手段として位置付けられる土の状態を、人間の働きかけによって栽培に適した状態に作り変えるということであり、技術的には、道具（労働手段）を作る営みであり、技術の本質といえる。団粒構造が形成された土壌は、栽培における「技術の結晶化」ということができる。

技術科の教科書でも「土づくり」や「団粒構造」は学習課題として大きく位置付けられている。

水田土壌と土づくりの学習

ただし、ここで重要なことは、上記したように、団粒構造は水田土壌には存在しないことである。教科書や行われている授業実践の中で、水田土壌の特徴の学習はほとんど行われておらず、むしろ水田土壌でも団粒構造の存在を前提にした説明が行われている場合もみられ、誤解もあるように思われ、十分に理解されていないと思われる。

もっとも重要な点は、水田は湛水状態であり、畑土壌で重要とされる通気性がそもそも存在しておらず、水田土壌は還元状態であることにある。そして、稲の植物としての特徴、特に根部組織自体の通気構造とあわせての理解が重要となる。

ここでは、水田の作成にかかわる実践が中心課題であり、水田土壌の土壌学的特徴や稲の植物学的特徴について検討する余裕はないので、別の機会にゆずるが、ここでは、水田土壌の学習を技術での土づくりの学習課題としてしっかりと位置付けられるべきであることを強調しておきたい。

すなわち、栽培技術の中心的学習課題としての「土づくり」においては、畑土壌での「団粒構造」の意義とあわせて、稲作技術としての水田土壌の特徴の学習を位置付けることが日本農業を支えてきた重要な技術の学習となることの確認である。具体的には、湛水状態での土壌粒子の振る舞いの特徴と還元状態での栽培条件が、稲の生理生態的特徴とあわせて、適した生育環境を実現していること、さらに、その湛水状態と水の循環が、連作障害や病害の発生を強く抑制するので、水田稲作が日本農業の中心として何千年にわたって継続され、高い生産性を実現してきたことを学ぶことが重要である。

さらに、水田は、灌漑技術によって、日本の森林・河川とつながっており、水田が水を保持することによる貯水機能が洪水を防ぐ国土保全の機能をあわせ持っていることの確認も重要である。とりわけ、近年発生している豪雨による川の氾濫の問題は、森林・河川管理のあり方とともに、水田の重要な機能の見直しを迫っているともいえ、防災学習の観点からも重要課題と考えるものである⁶⁾。

6. まとめ

今回の実践研究により、遮水シートを利用することで、どこの学校でも、簡易型の水田を設置して稲作の学習が可能であり、稲の生育も通常の農業以上に実現することが可能であることを確認できた。あわせて、その設置作業自体を、技術や総合的学習の授業、時間外のボランティア活動も含めて、生徒とともに行い、その過程にも多くの学習内容があることが確認できた。

さらに、土づくりの学習の中で、畑における団粒構造とは質的に異なる水田土壌の特徴を確認する学習内容を位置付けることの重要性について提案した。

特に、湛水状態の中で土の粒子の沈降堆積により表面にとろとろ状態があること、酸素はほとんどなく還元状態であること、それらが稲の根等の特徴とあわせて高い生産性が実現すること、連作障害・土壌病害はほとんどなく、洪水防止の機能もあわせもって、日本の食料と国土を支えてきたことなど重要な学習課題の存在を提案した。

引用文献

- 1) 岩田進午『土のはなし』大月書店（1985）

- 2) 久馬一剛『土とは何だろうか?』学術選書 (2005)
- 3) 矢内純太他 食料生産における土壌の意義－土耕栽培と養液栽培の比較による土壌機能の再評価 日本土壌肥科学雑誌 第83巻 第3号: 326～331 (2012)
- 4) 太田弘一 技術教育における「エネルギー変換」の根本を考える 愛知教育大学技術教育研究, 1: 9～14 (2015)
- 5) 太田弘一 「土育」提案への覚書 愛教大自然観察実習園報告 No39:1-6 (2018)
- 6) 富山和子 『水と緑と土－伝統を捨てた社会の行方』中公新書 (2010)

(2020年9月24日受理)