

## 中山間地耕作放棄水田における土壌物理性の経年変化

田熊勝利\*・安田 裕\*・山本進吾\*\*

平成10年6月26日受付

\*鳥取大学農学部生存環境科学, \*\*鳥取県大山農地開発局

### A Secular Variation of Soil Properties in Paddy Fields Abandoned to Cultivate in Hilly and Mountainous Areas

Katsutoshi Takuma\*, Hiroshi Yasuda\* and Shingo Yamamoto\*\*

\*Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680-8553 Japan

\*\*Daisen Farm Land Development Office, Tottori Prefecture

This paper investigates what effects of changes in the land environmental conservation function accompanied by the abandonment of cultivation come out on the physical property and strength of paddy field soil and organic matter due to the secular variation of soil. The authors think that, in the abandoned paddy field of hilly and mountainous area, water is not artificially supplied and its soil structure is developed by the supply of organic matters such as litter and by the activity of animals in the soil, and a coarse pore space is increased. Consequently, its permeability increases. From the viewpoint of soil strength, cone index decreases in the lower layer soil which swells and becomes soft. And changes in ignition loss are recognized in the surface layer on which the humus of vegetation is accumulated. Its increase is 2.6 - 5.0 % for the surface layer abandoned for more than 25 years. The water retentivity is recognized as well and the soil becomes clearly sandy by the abandonment of cultivation. The authors think that the land environmental conservation function will be decreased by these facts making the land to be a waste and dry land increasing a coarse pore space without forming an aggregate structure.

(Received 26 June 1998)

*Key words* : abandoned paddy, soil property, soil strength

#### 結 言

近年、中山間地において若壮年層が都市へ流れ、農業従事者の高齢化が進み、耕作放棄水田が増加している。耕作放棄地とは農業センサスによると「過去1年以上耕作されず、今後も耕作する意志のない耕地」と定義されている。また中山間地は、国土面積の約70%、森林面積の約80%を占め、総人口の15%が住んでおり、日本農業にとっても重要な地域である。耕作放棄水田は1990年から1995年の5年間に7.2%も増加した。この耕作放棄水田は過疎化が進む、中山間地に多く、その地域における環境あるいは景観に与える影響が社会的問題になってい

る。

中山間地域の耕作放棄水田に伴う土壌特性の変化については、古賀ら[2]、千葉ら[1]、吉田ら[4]、太田ら[3]の報告がある。この報告の中で、古賀ら[2]は、耕作放棄水田の一筆インテークレート試験法を開発し、放棄水田の侵入特性について浸入量が先行降雨による地下水位や土壌水分の影響を強く受けることを報告している。千葉らは、耕作放棄水田の土壌の物理性を調査し、これに基づいて豪雨に対する水文的応答のシミュレーションを実施し、水田の耕作放棄が流出に与える影響を検討した。その結果、放棄の影響は表土層ないし心土層の透水性の増大となり、そして、耕作放棄後12年を経過

した水田は耕作田に比べて、表土層中の粗間隙が多く透水性が大きかった。また、耕盤に相当する心土上層の透水性も大きかった。長雨が続いた後の豪雨時の耕作放棄水田では、災害を引き起こす危険性が高いことを明らかにしている。吉田ら [4] は、中山間地棚田において、耕作放棄に伴う土壌物理性の変化を、異常渇水を含む3年間にわたり調査し、その結果、耕作放棄田の土壌は、干ばつを境に大きくその物理性を変え、高含水比、低密度で粗間隙がほとんど見られなかったこと、湿状態の土壌が、干ばつにより乾燥収縮を起こすとともに粗間隙が発達し透水性が増大したこと、これらのことから、干ばつ発生による乾湿の繰返しにより放棄田の土壌物理性が変化することなど、土壌の物理性の変化により、圃場の水文特性が変化することを明らかにしている。太田ら [3] は棚田の耕作放棄後3、12、20年経過に伴う土壌特性の変化を調査し、土の物理性は放棄後、特に乾状態では顕著に変化し、乾燥が進み孔隙が増加するため透水性が上昇する。湿状態では有機物の供給があるため表層の孔隙が増加するが、透水性に關与する連続した孔隙は発達しないと推定し、透水性の増加はわずかであることを報告している。土の化学性は耕作放棄により表層には有機物が集積し、特に湿状態では炭素・窒素が増加する。また、交換性塩基は乾状態では放棄後減少する傾向にある。しかし、湿状態では減少はわずかで、山からの水が集まる地点では増加し、微地形一排水状態の良否が放棄後の化学性の変化にも反映することを示している。

中山間地域に耕作放棄水田が増えることは、その地域がもつ国土資源と環境保全機能がうまく機能しなくなり、そして、環境への悪影響が懸念される。今回調査を行っ

た鳥取県八頭郡用瀬町板井原地区も中山間地であり、交通アクセスの悪さ等により生活の不便のため約20年前に集落移転が行われ、現在では人が住んでいない集落となった。この地域における耕作放棄に伴う国土環境保全機能の変化が、水田土壌の物理性や強度、有機物にどのような影響を与えているのかを土壌の経年変化から検討を加えた。

## 実験内容と方法

調査対象地は鳥取県内の中山間地で耕作放棄が進んでいると思われる鳥取県八頭郡用瀬町板井原地区である。耕作放棄水田としては放棄後2、5、25、30年経過した水田（放棄〇年と称す）と対照として放棄田と同じ地区内の耕作田を調査対象とした。なお、耕作放棄年数は農家の方からの聞き取りによる。実験は各水田の地表から深さ0~7、8~15、16~23cmごとに100m<sup>2</sup>円筒にて不攪乱土を採取し、透水試験とpF試験（吸引法と遠心法）を行った。また現場から採取した土を室内にて風乾させた後、4.76mm目フルイ通過試料土を用いて、土の物理試験と団粒分析試験、強熱減量試験などを行った。この他に現地にてコーンペネトロメータ試験を行っている。第1表に試料土の物理性を示す。

## 結果と考察

### (1) 土の物理性の変化

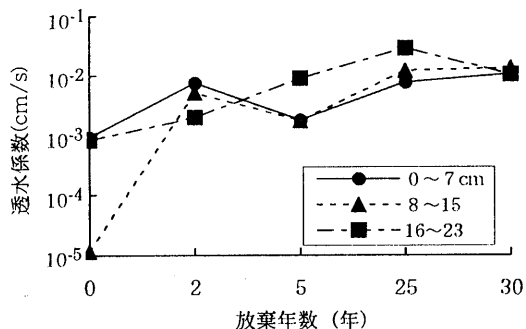
第1図に土の透水試験結果を示す。第1図より、透水係数は耕作田、放棄田とも上層、下層に明確な違いが見

第1表 試料土の物理性他

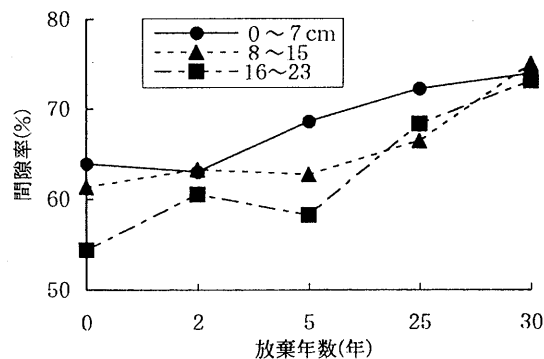
深さ (cm)	自然含水比 (%)	粗砂分 (%)	細砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	強熱減量 (%)
耕 0~7	83.0	17.2	17.8	41.0	24.0	2.573	54.2	32.8	12.6
作 8~15	43.5	14.8	21.0	40.2	24.0	2.580	58.0	38.2	12.5
田 16~23	40.1	18.8	19.2	36.5	25.5	2.593	60.3	31.6	11.1
放 0~7	53.0	23.1	13.7	38.4	24.8	2.595	63.8	28.3	11.7
棄 8~15	49.3	18.7	12.0	27.3	42.0	2.585	64.0	34.5	12.6
2 16~23	43.3	28.0	39.1	13.9	19.0	2.605	58.3	37.8	11.7
放 0~7	57.7	11.9	15.4	45.5	27.2	2.552	74.0	49.9	15.0
棄 8~15	63.7	11.4	14.4	53.2	21.0	2.522	62.0	48.4	13.9
5 16~23	30.1	22.8	20.6	34.6	22.0	2.643	41.5	29.5	15.6
放 0~7	51.9	17.3	24.2	42.5	16.0	2.496	73.6	49.6	17.6
棄 8~15	39.1	16.5	19.0	36.5	28.0	2.539	68.0	51.1	13.6
25 16~23	36.4	17.6	18.5	39.9	24.0	2.580	61.0	34.0	12.1
放 0~7	53.7	5.6	13.3	49.1	32.0	2.559	62.6	52.7	15.2
棄 8~15	49.6	30.0	49.2	15.0	5.8	2.592	59.0	51.4	12.2
30 16~23	44.8	14.3	18.0	42.2	25.5	2.591	58.0	40.7	11.0

られないが、放棄経過年数に伴い若干増加傾向を示している。

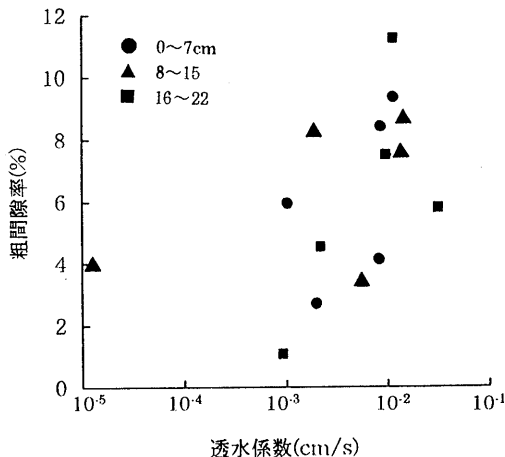
これを間隙率から見ると透水係数の放棄年数との変化と同様に概ね増加傾向を示していることが分かる(第2図)。また、透水係数に関係があるといわれている粗間隙率を用いて透水係数との関係を第3図に示す。粗間隙率は毛管飽和状態とpF1.8含水比から算定した。



第1図 透水係数の放棄年数変化



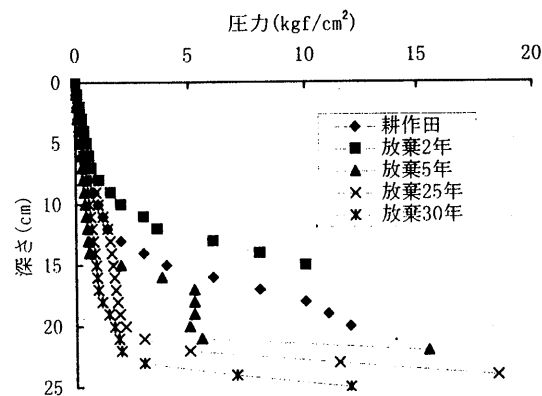
第2図 間隙率の放棄年数変化



第3図 透水係数と粗間隙率

放棄田と耕作田との粗間隙率は、表層においてばらつきがみられるものの、放棄年数と共に増加している。これを透水係数との関係からみてみると、明確になる。耕作田の透水係数は放棄田より小さな値を示し、粗間隙率が増えると透水係数も増大することが分かる。耕作田の透水係数が小さいことの一因としては、代かき、耕起等による粗間隙の目詰まり現象が考えられる。

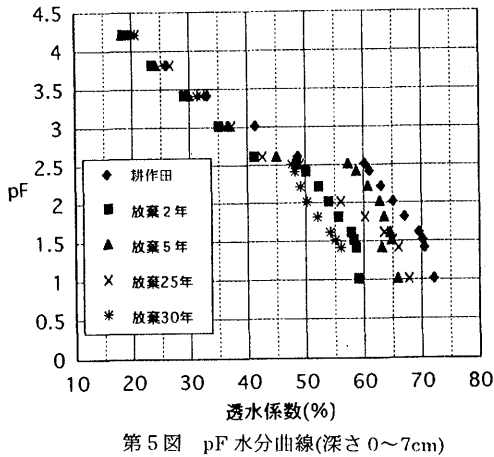
土のコンシステンシーをみてみると、第1表より、液性、塑性限界の値は、各深さ、放棄経過年数において明確な違いは認められないが、両限界の差である塑性指数の値が放棄経過年数と共に小さくなっていることが分かる。特に表層土において顕著である。この指数が小さくなっていることは非塑性的になっていることであり、年月を経るにつれ土が砂質系に変化していると考えられる。一方このことを土の強度の面から考えてみる、第4図にコーンペネトロメータ試験結果を示す。表層のコーン指数は耕作田、放棄田とも変化はないが、深くなるにつれコーン指数に差が現れており、放棄経過年数が増加すれば、土の強度が減少している、すなわち土が膨軟になっていることが考えられる。このことは透水係数、間隙率とも一致する。



第4図 コーン指数の放棄年数変化

(2) 土の団粒化と強熱減量

団粒分析試験により求める団粒係数を次式にて算定する。経年変化に伴い団粒化はほとんど起こっていない。その一因として、粗間隙率の変化から推定すると、供試土壌では団粒の団粒間隙が発達し団粒化が起らなかったことが推測される。このことは、団粒内間隙が形成されず、団粒間隙の発達により透水係数が大きくなったと考える。これを強熱減量(第1表参照)から推測すると、植生の腐植が蓄積されやすい各放棄水田の表層土(深さ0~7cm)に変化がみられ、耕作田に比べて放棄経過年数25年以上では2.6~5.0%の増加であった。これ以



第5図 pF水分曲線(深さ0~7cm)

上の深さでは、植生の蓄積もなく上層土からの有機物の補給もなく耕作田と比べて強熱減量の値に大差なかった。このことが土の団粒化へ影響を及ぼしているものと考えられる。

$$1 \times 10^6$$

$$\text{団粒係数} = \frac{\text{各階級の団粒百分率(\%)}}{\text{各階級の団粒平均直径(cm)}}$$

### (3) 土の保水性

耕作田、放棄田にかかわらず各水田の表層から下層にかけて体積含水率が低下している。すなわち、土の保水性は表層土が高く、深くなるほど低い。第5図に代表例として表層土(深さ0~7cm)におけるpF水分曲線を示す。中低水分領域(pF3.0以下)において違いが見られ、放棄2年を除いて放棄経過年数と共に体積含水率は低下している。有効水分量(pF1.8~3.0)は放棄5年目を除いて、耕作田に比べ、放棄水田が3~10%低下し、保水性の低下といえる。そして、高水分領域(pF3.0越える)においては、体積含水率で大差がみられないことが分かる。

以上のことから、放棄経過年数と共に、土の保水性の低下、粗空隙率の増加、透水係数の増大など、土は疎

水的、砂質的な傾向に変化していることが考えられ、太田ら[3]の結果と同様なことが言える。

## 総 括

耕作放棄に伴う国土環境保全機能の変化が、水田土壌の物理性や強度、有機物にどのような影響を与えるのかを土壌の経年変化から検討を加えた。

中山間地放棄水田では人為による水の供給、すなわち代かき等がなくなり、また落葉・落枝による有機物の地表への供給、土壌中動物の活動などにより土壌構造が発達し、粗空隙が増加すると考える。その結果透水性の増大となる。土の強度の見地からは下層土におけるコーン指数の減少があり、土が膨軟になっている。土の保水性の低下などもみられ、耕作放棄によって土壌は明らかに砂質的になってきている。このことは放棄によって荒地化し、乾燥化し、粗空隙が増大し、団粒化の傾向もみられず、土壌保全の面からみると、国土環境保全機能の低下が考えられる。強いては水もち、洪水防止、土壌流亡防止等の機能が低下することが推測される。

## 引 用 文 献

- 1) 千葉克己, 古賀 潔, 馬場秀和: 傾斜地半湿地帯における耕作放棄水田の物理特性と豪雨への応答の検討, 農土論, 190: 61-70(1997)
- 2) 古賀 潔, 千葉克己, 馬場秀和: 洪水過程の観測による耕作放棄水田の一筆インタークレート調査, 農土論, 187: 103-109(1997)
- 3) 太田 健, 谷山一郎, 草場 敬, 森 昭憲, 荒谷 博: 耕作放棄圃田における土壌特性の経年変化, 土壌の物理性, 73: 3-10 (1996)
- 4) 吉田修一郎, 高木強治, 足立一日出, 増本隆夫: 気象条件の変化に伴う中山間地耕作放棄田の土壌物理性の変化, 農土論, 191: 75-83(1997)