

# 耕耘が土壤侵蝕に及ぼす影響について

(第1報)

川井 一之・岡田 正行・池宗勝三郎  
(広島県立農業試験場)

## 緒 言

耕耘の作業の目的は、作物の生育に好適した土壤の物理化学的状态を作出する点にあると考えられる。然しながら耕耘作業は現実には、耕耘の様式・時期・土性・湿度・傾斜の度合い、その他の人為的並びに自然的要因に左右されて、種々なる異った変化を土壤に与えるものようである。即ち、耕耘することによって土壤の一時的団粒構造の造成、土壤の透水性及び通気能の増大、水分の保蓄有機並びに無機物質の分解促進等の効果が認められる反面、ある場合には耐水性土壤構造の破壊、土壤侵蝕の助長作土の過度な微塵化、堅固な固結性の粗土塊の形成等、土壤の物理化学的性状を悪変させる場面も同時に発現されるものと考えられる。これらの中で耕耘が土壤侵蝕に及ぼす影響こそは、急傾斜地農業にとって無視することのできぬ重要性をもっている問題であると考えられるのである。

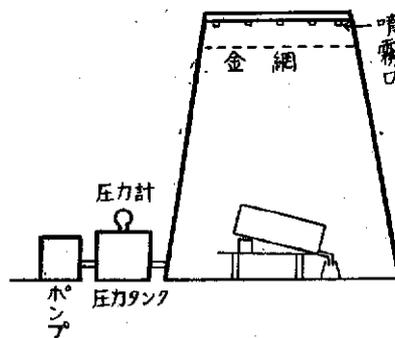
然しながら土壤の耕耘がいかなる機作で土壤侵蝕を助長するかという点については、未だ十分に明らかにされていないとは言い難く、特に土質との関連において検討されたものは極めて少ない現況にある。

筆者らは土壤の耕耘が侵蝕に及ぼす影響を各種の土壤について知らんとして種々実験を進めつつあるが、向島町にて採取した土壤 (Mukaijima) と広島農試の近辺に

おいて採取した土壤 (Saijo-soil) との間、人工雨による侵蝕相の相異を認め得たので、予備的な実験成果ではあるが、その概要を報告することにする。

## 実験方法

### (1) 装置



人工降雨装置は第1図に示す如きものであり、 $2\text{ kg/cm}^2$ の圧力で10分間14.2mmの雨を落下する様に調節した。又、人工降雨の噴霧口は土壤箱上5.1

m上方に据えられた。

### (2) 供試土壤

供試土壤として広島県御調郡向島に於ける花崗岩系畑地土壤及び賀茂郡西条町に於ける洪積層畑地土壤を供試した。供試土壤の理化学的性質又特長は第1表の如くである。

第1表 供試土壤の理化学的性質及特長

	供試土壤の機械的組成 (風乾土中%)				水分含量 (乾土%)	腐植含量 (%)	容積比率	特 徴
	2.0~0.2 mm	0.2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	0.002> mm				
西 条 土 壤 (表 土)	31.5	24.5	24.1	16.8	3.65	2.18	0.96	腐植を含む、茶褐色礫少く粘性にやや富む腐植に乏しく、礫に類する富み粘性なし
向 島 土 壤 (表 土)	65.2	14.9	16.4	3.5	2.70	1.44	1.19	

上記土壤を径6mmの篩で篩別し、第2図に示す如き土壤箱に均一になる様に特に留意しながら、各14kg宛充填し、これを約一昼夜水槽中に浸漬後一週間日陰に放置

し、圃場容水量附近に達したものに付き試験に供した。尚表面5cmを小型レーキで耕耘したものを処理区とし、未耕耘区と比較対照せしめた。

第2図 土 壤 の 容 器



は60分の中10分毎に、向島土壌は20分の中5分間に流去する水及土砂を採取し測定比較した。向島土壌の処理時間を短縮したのは、該土壌が極めて大なる土砂流出を呈するためである。

実験結果並びに考察

(1) 流去水量及び流亡土砂量に及ぼす影響

土壌の耕耘が人工雨下における流去水量及び流亡土砂量に及ぼす影響の実験結果は第3図、第4図及び第2表の通りである。

(3) 測定方法

両源土壌とも傾斜15°で人工雨に作用させ、西条土壌

第2表 土壌の耕耘が水蝕に及ぼす影響

降雨時間 (分)	無 処 理 区						耕 耘 区					
	流去水量 (ℓ)	流去率 (%)	滲透水量 (cc)	滲透率 (%)	流亡土砂量 (g)	流去抵抗 (cc)	流去水量 (ℓ)	流去率 (%)	滲透水量 (ℓ)	滲透率 (%)	流亡土砂量 (g)	流去抵抗 (cc)
(I) 0~10	215	14.4	245	16.4	1.37	156.9	179	12.0	78	5.2	0.98	182.7
10~20	330	22.1	550	36.9	1.69	195.3	1060	71.1	678	45.5	9.12	116.2
20~30	940	63.0	252	16.9	5.79	162.3	935	62.7	315	21.1	7.32	127.7
30~40	985	66.1	400	26.8	4.46	220.9	1200	80.5	193	12.9	16.18	74.2
40~50	1000	67.1	175	11.7	5.11	195.7	1210	81.2	215	14.4	12.97	93.3
50~60	1245	83.5	245	16.4	6.11	203.8	1220	81.8	160	10.7	14.56	88.8
計	4715	—	1867	—	24.53	—	5804	—	1639	—	61.13	—
指 数	100	—	100	—	100	—	123.0	—	87.8	—	249.2	—
(II) 0~5	330	44.2	140	18.8	4.57	72.2	70	9.4	75	10.0	1.57	44.6
5~10	525	70.4	75	10.0	4.41	119.0	665	89.2	72	9.6	15.57	42.7
10~15	720	96.5	25	3.4	6.96	103.4	705	94.5	20	2.7	8.10	87.0
15~20	750	100.0	0	0	5.16	145.3	820	110.0	10	1.3	7.71	106.4
計	2325	—	240	—	21.1	—	2260	—	177	—	32.95	—
指 数	100	—	100	—	100	—	97.2	—	73.7	—	156.9	—

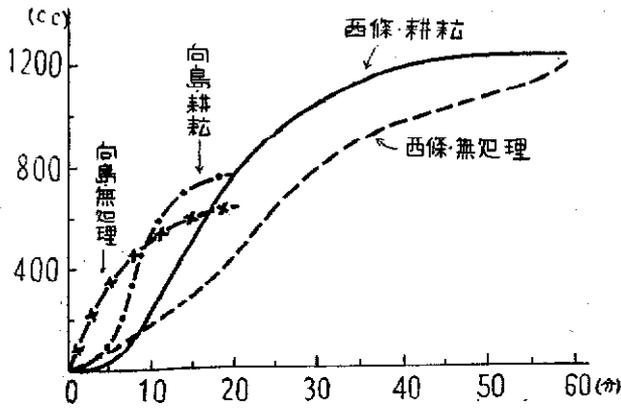
即ち流去水量は降雨初期に於いては両種土壌とも顕著な流去は認められないが、その後耕耘処理区は時間の経過と共に急激な増加を示し、その時期は向島土壌で5~10分後より、西条土壌では少々遅れて10~15分後より現われている。そして降雨処理全期を通じての値は西条土壌で約20%の増加を示したが、向島土壌は耕耘区と無処理との間に差異は認められなかった。

流亡土量に於いてもほぼ同様の傾向を示し向島土壌で5分後より、西条土壌で15分後より流亡度合は急激に増加し、耕耘による土砂流亡の促進傾向が認められ、降雨処理全期の総量に於いて、西条土壌で2.5倍、向島土壌

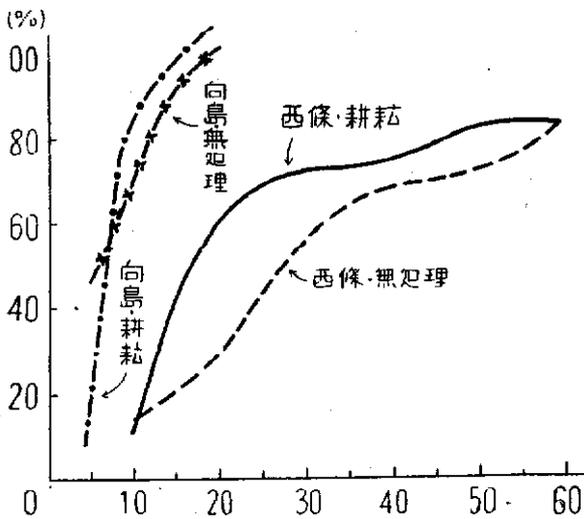
では1.5倍で、何れも無耕耘区に比べて耕耘処理区の流亡土砂量は著しい増加を示している。

上記の如く、耕耘区と無処理区との差は流去水量よりも流亡土砂量において著しく現われるが、その現われかたについては向島土壌と西条土壌との間に明らかな相異がみられる。即ち向島土壌においては、降雨開始後5分から10分の間に耕耘処理による土砂流亡促進の極限が急激に現われ、その後は漸次減少して無耕耘区の流亡土砂量に接近してゆく傾向を示すが、西条土壌においては耕耘による土砂流亡の助長傾向は降雨開始後15分前後から徐々に現われ、その傾向は時間の経過と共に漸増してゆ

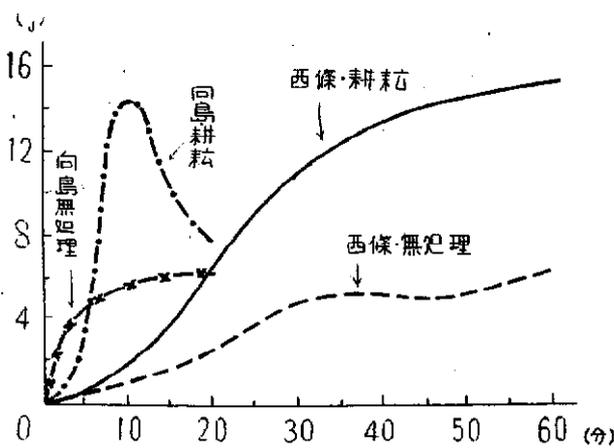
第3図 流去水量の走時的变化



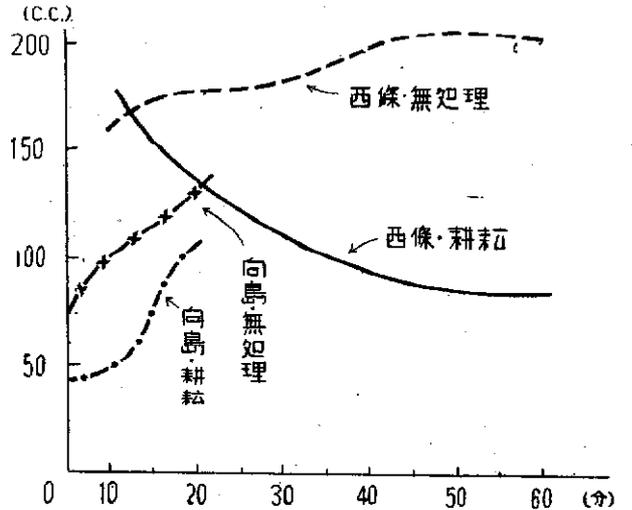
第4図 流去率の走時的变化



第5図 流亡土砂量の走時的变化



第6図 流去抵抗の走時的变化



く様相を示している。

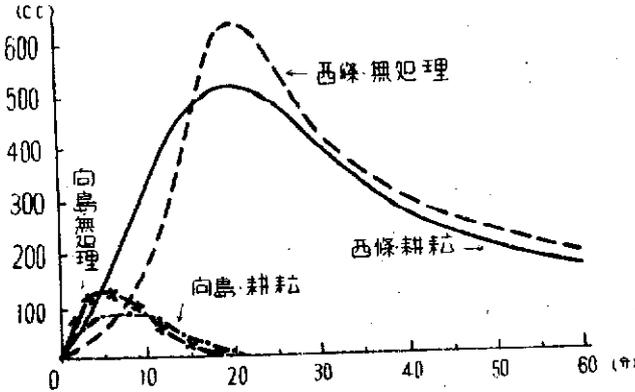
このように向島土壌と西条土壌とが示す耕耘による土壌流亡傾向の相異は、夫々の土壌のもつ受蝕的性質の差異に帰因するものと思われる。即ち向島土壌は大部分が粗砂によってしめられ、比較的分散流亡され易い0.02mm以下の粒子は約20%程度であるが、腐植に乏しく耐水性団粒構造の発達が極めて悪いので、耕耘作業によって出来た一時的な粗鬆な構造は、強雨に当って微粒子を速かに分散流亡すると同時に容易に崩壊して、緻密な準単粒構造をとりやすく、従って少量ではあるが急激な微粒子の分散流亡を呈したあとではむしろ徐々に安定度を増してゆき、いわば耕耘作業による変化の消去が速に行われ易いような性質をもっているのではなかろうかと推定される。

これに対して西条土壌では、粗砂は前者の約半分位であるが微粒子部分では約倍量を示し、腐植も倍量を含んでいて、耐水性団粒構造は幾分高度に発達しているために、耕耘作業によって作出された粗鬆な一時的構造も、前者土壌に比べれば強雨に対してかなりな安定性を持続しえるので、前者の如き急激な分散流亡を示すことなく、強雨による構造破壊は徐々に進行する結果、分散流亡も漸進的に増加してゆくものと考えられる。従って西条土壌のような土壌においては、向島土壌のように急激な土砂流出を起さぬ代りに、漸増的な侵蝕を呈してゆくので、流亡土砂の総量においては向島土壌とは比較にならないほど大なる侵蝕を起し得るものと考えられるのであるが、これらの問題の解明は、更に精密なる実験の反復によって判定さるべき今後の問題に属するものである。

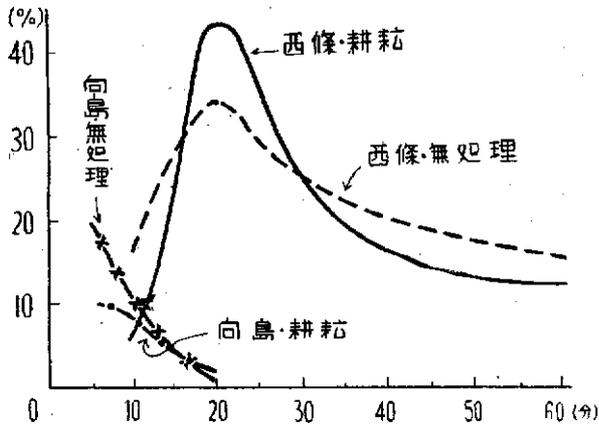
(2) 滲透水量に及ぼす影響

土壌の耕耘と滲透水量と関係は第5図及び第2表の如くである。

第7図 滲透水量の走時的变化



第8図 滲透率の走時的变化



即ち向島土壌に於いては滲透水量及び滲透率ともに降雨処理5分後に最大の値を示し、その後は表土の状況の変化につれて急激に減少し、20分間処理で両区土壌とも殆んど0となった。容水量の大きい西条土壌は上記の現象が少々遅れて現われ、20分後に最大の値を示し、その後は漸減の傾向をとっている。全降雨処理期間を通じて、耕耘区は無処理区に比べて西条土壌では88%、向島土壌では74%と何れも低い値をなし、当初予期したような耕耘による滲透水量の増加は認められなかった。

この様な降雨処理後に於ける滲透水量の急激な減少の原因については、Duley, Winterkorn<sup>(1)</sup>らの指摘する如く、降雨の打撃作用と地表面を流去する水の粒別作用に起因して形成される土壌被覆によるものと考えられるが、更にHuberty<sup>(2)</sup>はこの土壌被覆は石英に富む火成岩に由来する土壌で最も顕著であり、土壌粒子の大きさが

広範囲に分布している土壌は粒径の均一な土壌よりも高度に緻密化されるものであると言っている。本試験に於いても花崗岩に由来する向島土壌が特にこの傾向が強くと、降雨の打撃により緻密化された土粒は表面流去に対しては一応安定化されるが、この結果滲透水は急速な減少を見逆に表面流去の増加を促す結果となっている。

この緻密層の形成と関連して、降雨処理前及び処理後の土壌表層5cmの容積重を測定した結果は第3表の如くであり、耕耘により膨軟化された土壌が降雨処理することによって緊縛化されている事が解るが、この傾向は向島土壌に於いて大きい事が認められる。

第3表 降雨処理による土壌の変化

土 壤 名	西 条 土 壌		向 島 土 壌		
	無処理区	処 理 区	無処理区	処 理 区	
処 理 前	水分含量(%)	16.3	18.7	15.7	14.7
	容 積 重	0.95	0.81	1.12	0.75
処 理 後	水分含量(%)	23.8	27.1	26.3	26.2
	容 積 重	1.07	1.03	1.29	1.25

上記の如く降雨は土壌の滲透率を減少させ流去水を増加させるが、その現象は耕耘することによってむしろ促進されるものと考えられる。かかる意味に於いて、耕耘後の適切な土壌管理は雨蝕を防止する意味において特に必要であり、有機物や植物体の被覆による土壌表面の保護は最も有効な方法であり、雨撃作用によって滲透能を完全に抑圧され易い、従って降雨の殆んど大部分が直ちに表面流去水となって流去し易い性質をもつ立花土壌に於いては、雨撃から地表面を保護する被覆の構成が殊更に大なる意義をもつことになるわけである。

現に現地農民は、麦刈後甘藷を植付けると直ちにモバ(海藻)や麦稈・除虫菊の茎葉を畦間に被覆して雨撃による侵蝕を回避する慣行を行っており(これをシゴをすると言っている)、シゴをしないと土壌の流亡が著しく起るといって絶対に必要なものと考えているが、永年の経験から得たこの現地農民の慣行には、上記の実験結果から示されるように、全く合理的な根拠をもっているものといえるわけである。

(3) 流亡土壌の機械的組成

流亡土砂の機械分析結果は第4表の如くである。

第4表 流亡土壤の機械的組成 (gr)

降雨時間(分)	無 処 理 区				耕 耘 区				
	2.0~0.2 (mm)	0.2~0.02 (mm)	0.02> (mm)	Total	2.0~0.2 (mm)	0.2~0.02 (mm)	0.02> (mm)	Total	
(I) 西 条 土 壤	0 ~ 10	0.12 (8.7)	—	1.25 (91.3)	1.37 (100)	—	—	0.98 (100)	0.98 (100)
	10 ~ 20	0.11 (6.6)	—	1.58 (93.4)	1.69 (100)	3.06 (33.6)	0.97 (10.6)	5.09 (55.8)	9.12 (100)
	20 ~ 30	1.74 (30.0)	0.82 (14.2)	3.23 (55.8)	5.79 (100)	1.84 (25.2)	1.05 (14.3)	4.43 (60.5)	7.32 (100)
	30 ~ 40	0.71 (16.0)	0.26 (5.8)	3.49 (78.2)	4.46 (100)	5.89 (36.8)	4.43 (27.3)	5.81 (35.9)	16.18 (100)
	40 ~ 50	0.79 (15.4)	0.52 (10.2)	3.80 (74.4)	5.11 (100)	4.54 (35.0)	2.37 (18.3)	6.06 (46.7)	12.97 (100)
	50 ~ 60	0.83 (13.7)	1.74 (28.4)	3.54 (57.9)	6.11 (100)	3.75 (25.8)	5.50 (37.8)	5.31 (36.4)	14.56 (100)
	Total	4.3 (17.5)	3.34 (13.6)	16.89 (68.9)	24.53 (100)	19.08 (31.2)	14.37 (23.5)	27.68 (45.3)	61.13 (100)
(II) 向 島 土 壤	0 ~ 5	0.14 (3.1)	0.41 (9.0)	4.02 (87.9)	4.57 (100)	0.04 (2.6)	—	1.53 (97.4)	1.57 (100)
	5 ~ 10	0.29 (6.6)	0.32 (7.3)	3.80 (86.1)	4.41 (100)	1.41 (9.1)	—	14.16 (90.9)	15.57 (100)
	10 ~ 15	1.06 (15.2)	0.59 (8.5)	5.31 (76.3)	6.96 (100)	0.50 (6.2)	1.50 (18.5)	6.10 (75.3)	8.10 (100)
	15 ~ 20	1.01 (19.6)	—	4.15 (80.4)	5.16 (100)	0.83 (10.8)	0.49 (6.3)	6.39 (82.9)	7.71 (100)
	Total	2.50 (11.8)	1.32 (6.4)	17.28 (81.8)	21.10 (100)	2.78 (8.4)	1.99 (6.0)	28.18 (85.6)	32.95 (100)

即ち、各試験区及び各土壤とも侵蝕された土壤の大半は0.02mm以下の微砂及び粘土の部分であるが、この傾向は特に向島土壤に於いて大きく、全流亡土砂の約80%に相当している。西条土壤に於いては耕耘処理することによって、比較的大きい土壤粒子が流亡しやすい傾向が見られるが、向島土壤は両区間に差は認められなかった。これは既に述べた如く該土壤が降雨処理によって緊縛化され易く、安定化されて、表面流去に対してある抵抗性を持ってくる結果である事と考えられる。

摘 要

降雨開始時の土壤表面の状態は、表面流去と侵蝕の量を決定する重要な要素である。かかる観点より、土壤の耕耘を侵蝕との関係について、人工降雨により試験を行ったが、その結果は次の如きものであった。尚この試験は一継続せる降雨の短時間に於ける走時的变化のみを追求したものであって、詳しい解析は今後の研究にまたなければならぬものである。

(1) 土壤の耕耘は水蝕を助長する傾向がある事を認め

た。即ち、耕耘により流去水量及び流亡土砂量は共に増大される傾向があり、西条土壤においては特に流亡土砂量において著しく、向島土壤においては滲透能の停止に伴う表面流去水の増大において著しく現われる。

(2) この要因としては、西条土壤に於いては土粒の拡散にもとづく流去抵抗の減少が、向島土壤に於いては団結性の緻密層の形成がその主たる原因であると考えた。

(3) 上記の事よりして耕耘後の土壤管理の方法は、洪積層に由来する西条土壤に於いては表面流去に対する抵抗性を増大さすこと、花崗岩に由来する向島土壤に於いては滲透率を増加して表面流去の減少を計ることが根本原理であると考えらる。

参 考 文 献

- (1) Duley, F. L. : Soil Sci. Soc. Am. Proc., 4, 60~64 (1939)
- (2) Winterkorn, H. F. : Soil Sci. 54, 259~273 (1942)
- (3) M. R. Huberty : Amer. Geophys. Union Trans. 25, 896~899 (1944)