

資料

飯田高原の火山灰土野菜畑における土壌侵食の実態と対策

岩本 保典

Soil Conservation Practices for Vegetable Production on Volcanic Ash Soils in Handa Highland Region of Kyushu

Yasunori IWAMOTO

Oita Prefectural Agricultural Research Center Usa, Oita, 872-01 Japan

Key words : vegetable production in highland, reclamation of wild grassland, rainy season, soil erosion, plant residue

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn., 71, 31-36, 1995)

1. はじめに

九州中部の標高500~1,000mに分布する久住、飯田、阿蘇の火山灰土地帯は、夏秋期に野菜生産の適温条件を有する数少ない高冷地であり、夏秋キャベツ、夏ダイコンの主要な産地となっている(山下1990, 岩本1985)。近年、ダイコン作付面積の拡大とキャベツの連作障害である根こぶ病を回避するため、新たに野草地を原地形のままロータリ耕で開畑した傾斜畑での栽培が増加している。しかし、野菜栽培期間が主として梅雨期をはさんだ多雨期の6~9月に限定されることから土壌侵食が激しく、開畑地の荒廃が顕在化し、景観上も大きな問題となっており、土壌侵食防止対策が緊急課題となっている。そこで、こうした背景を踏まえ、飯田高原の火山灰土野菜畑における土壌侵食防止対策について1982~1988年の7年間にわたる研究成果(岩本1993)を概説する。

2. 飯田高原における土壌侵食

2-1 梅雨期の降雨特性

飯田高原は九州の最高峰久住山の北麓に位置し、標高は800~1,000m、土壌は久住、阿蘇、霧島など数次の火山噴出物の堆積層からなる厚層多腐植質黒ボク土である(日土肥学会九州大会運営委員会1971, 1982, 土壌調査研究会1982)。年平均気温は10.9℃、7、8月の平均気温は22℃で冷涼である。

調査を行った1982~1987年の年降水量は平均2,445mmで、キャベツ栽培期間6~9月の総降水量は1,492mmであった。この6~9月の降水量は本州高冷地のキャベツ産地嬉恋村の年降水量に相当する。毎年梅雨期には2~3週間にわたる連続降雨日があり(表-1)、その降水量は6~9月降水量の47%を占めていた。

また、表-1に1982~1987年までの限界降雨強度

表-1 梅雨を主とする降雨の特性値

調査項目	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年
降雨月日	7.11~25	7.4~5 15~17	6.13~7.1	6.21~7.3	6.21~29 7.4~15	7.1~8 14~24
内無降雨の日数	1	0	2	1	0	0
降水量(mm)	940.5	422.0	452.5	805.0	927.5	675.5
3mm/10min以上の降水量(mm)	409.0	253.5	95.5	334.0	400.0	197.0
平均の降雨強度(mm/10min)	5.1	7.0	4.3	4.5	6.0	4.4
運動エネルギーの積算値* ($\times 10^5 \text{erg}$)	12.9	8.6	2.8	10.1	13.1	5.9

* 三原の計算式 $e = 21400i^{1.22}$ (e : 運動エネルギー- erg/cm^2 , 10min. i : 降雨強度 $\text{mm}/10\text{min}$)より算出し、 e の値を積算した。

3 mm/10min以上の積算降水量およびそれを積算降雨時間で除した平均の降雨強度、さらに三原 (1951) の計算式による 3 mm/10min以上の降雨の運動エネルギーの積算値を示したが、年次間の変動が大きいことが解る。

2-2 キャベツ畑の土壌侵食とその要因

現地のキャベツ畑では、降雨の表面排水や機械作業に都合がよい上下方向の作畦が多く、高さ約30cmの高畦栽培が行われている。したがって、雨水は畦間に集まりその底部と側面を削りながら流下するため、流出水・土量が増加しやすい条件を有している。また、激しい表土流出や畦の崩壊流出が観察された事例は、上部斜面の野草地から畑地内に流入する水量が多い場合に著しい侵食が惹起されている。したがって、畑地内への流入水防止は重要な対策となる。他方、ダイコンはキャベツに比べ栽培管理、収穫作業に労力がかからないため、開畑面積が広く、傾斜度も4~15度と大きい場合が多い。ただし、栽培様式が上下方向の平畦で栽培されるのでキャベツの畦立て栽培より表面流出水の発生量は少ない。しかし、土層の浸透能を超える降雨が続くとリルを生じ、雨水の集まる微凹地で作土層が広く流出するスポット状の侵食が観察された。

ここでは、野草地を開畑し、飯田高原の慣行的なキャベツ栽培に即して設置した標準区における1982~1987年

の土壌侵食とその要因について述べる。標高880mのススキを有占草種とする野草地を1982年5月開畑し、試験圃場を設定した(図-1)。自然地形をそのまま利用するため、傾斜6.2~7.2°の1号圃(面積360m²)、傾斜4.2~5.6°の2号圃(同480m²)に分割した。斜面長はUSLEの標準区画(Mitchell 1980, 細山田・柿田1984)に近い20mとした。標準区は1号圃に位置し、面積は60m²、畦幅125cm、畦の高さ30cmの上下高畦を2畦配置した。毎年、耕起、作畦、施肥は5月下旬~6月上旬、キャベツの定植は6月下旬とし、収穫を9月中、下旬に行った。表面流出水、流出土の調査は6~9月のみ行い、表面流出水量は試験区の下端に設けた第1タンク(容積1.0m³)、第2タンク(同0.5m³)内の水位と量水器のメータで測定した。流出土量は幅3m、奥行0.6m、深さ0.5mのコンクリート製の受けと第1タンク内に沈積した土壌の全量を測定した。測定は降雨が止むごとに行った。

降雨の表面流出は降雨強度0.8~1.0mm/10min、1~2日間降水量約20mm以上で始まり、降雨強度が大きくなるにつれて表面流出率が増加した。6~9月降水量に対する表面流出率は、1984年は降水量1200mmに対し27%、1985年は1483mmに対し34%(一部推定値を含む)であった。梅雨期の連続降雨中の表面流出率をみると、1984年に降水量301mmに対して55%、1985年に224mmに対して62%という高い数値が観測された。1982、1986年では、表-1に示したように、降雨の運動エネルギー積算値が大きかったことから表面流出率は1984及び1985年の数値をさらに上回っていたことが推定できる。

土壌流出は降雨強度2.7~3.0mm/10min、1~2日間降水量30mm以上で発生し、4.0mm/10min以上の降雨強度になると20mm以下の降水量でも発生した。キャベツ栽培期間(6~9月)6年間の流出土量は平均値で乾土重56.5±25.2Mg ha⁻¹、土層深に換算して14mmとなった。そして、その82.5±8.9%は梅雨期の連続降雨によって発生していた(表-2)。

梅雨をはさむ6、7月においては、降雨の表面流出率が30%を越えると流出土量が急増する関係がみられた(図-2)。しかし、8~9月になると様相を異にし、

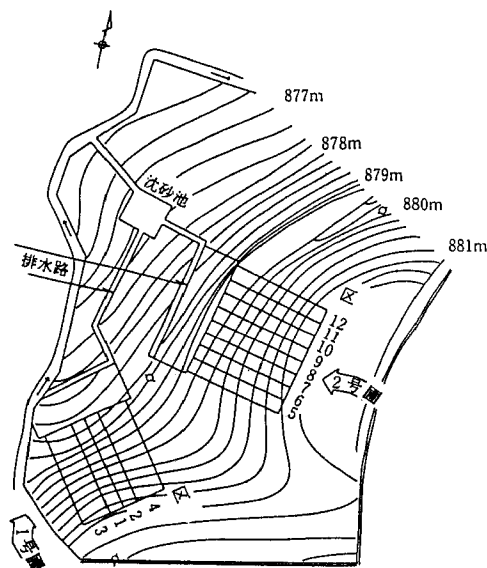


図-1 試験圃場の地形と試験区の設定(1982年)
(標準区は1号圃、区1)

表-2 キャベツ栽培期間の流出土量(標準区)

調査年	測定期間	(乾土 Mg ha ⁻¹)	
		平均値	標準偏差
1982	6~9月	56.5	25.2
~	梅雨期	48.2	26.4
1987	8~9月	5.1	4.1

表面流去率が30~40%と高くなっても流出土量は増加せず、図-2のような関係はみられなかった。その理由として、6、7月には、第1に梅雨による連続的な降雨があること、第2に耕起、作畦から間がなく土壌が膨軟で流出しやすい状態にあること、第3にキャベツの地表被覆率が低く裸地状態に近いことがあげられる。これらは飯田高原のキャベツ栽培では避け難い問題点となっている。

2-3 野草地開畑後の受食性の増加

野草地を開畑したキャベツ畑やダイコン畑の事例をみると、開畑当初は土壌侵食が抑制されている傾向が伺われた。

そこで、1982~1987年の梅雨期の連続降雨における降雨強度 3 mm/10min以上の降雨の運動エネルギー積算

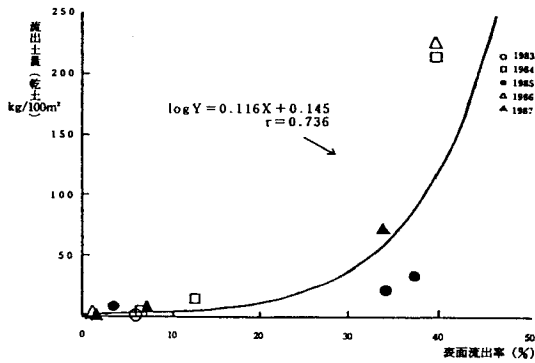


図-2 流出土調査時ごとの流出土量と降雨の表面流去率の関係(6、7月,標準区)

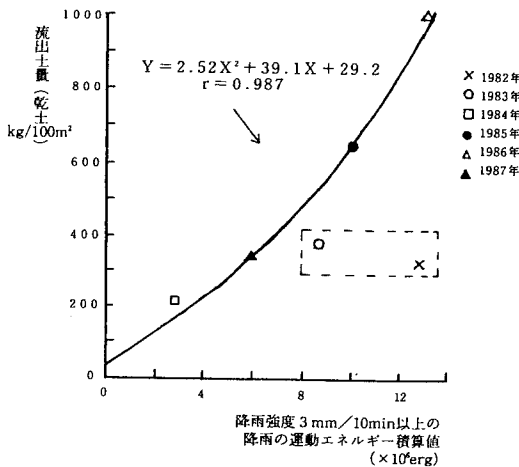


図-3 野草地開畑後の梅雨期間における流出土量と降雨の運動エネルギー積算値の関係(標準区)

値をX軸に、標準区の流出土量をY軸にとってみると、図-3のように開畑3年目以降の1984年から1987年では降雨の運動エネルギー積算値が大きい年ほど流出土量が増加しており、開畑年の1982年、そして2年目の1983年はこの回帰式から大きくはずれていた。降雨の運動エネルギー積算値の単位量あたり流出土量を求めたところ、野草地開畑直後の1982年を1.0とすると、1983年1.8、1984年3.0と急激に増加していた。このことから、開畑初年目、2年目は土壌侵食が抑制されていることが明らかになった。

こうした開畑1~2年目の侵食抑制は、野草地を直接ロータリ耕で開畑しているため、表-3に示したように、野草の刈株や根の残渣物が多量に混入していたためと考えられた。なお、3年目以降の侵食量の増大は、混入残渣物の経年的な減少からも明らかのように、野草残渣の混入による土壌侵食防止効果が失われたものと推察された。

3. 土壌侵食防止対策の効果とその実用性

3-1 土壌侵食防止対策の効果

キャベツ栽培における土壌侵食防止対策の効果を明らかにするために、前記の試験圃場を用いて、キャベツ単作、上下高畦の慣行的な栽培(標準区)に対する作畦方法、牧草帯導入、フィルムマルチ栽培、裏作を入れた作付様式について検討した。

その結果、有効な対策とされる等高線高畦栽培(図-4の区3)ならびに上下高畦栽培・下方牧草帯導入(同区4)を行うと、キャベツ栽培期間(6~9月)の流出土量は標準区(同区1)に比べて前者で80%、後者で30%減少し大きな効果を示した。しかし、前者では畦間に停滞水が発生し、後者は圃場内下部へ土壌が堆積し、キャベツに湿害をもたらす傾向がみられた。

上下高畦のフィルムマルチ栽培(図-4の区5)では降雨の表面流去率が高まり、畦間土壌の流出が著しかつ

表-3 開畑後の野草残渣(刈株と根)量とそのC/N比の変化 (乾物当たり)

年	残渣量(g/m ²)	C/N比
1982	1565	115
1983	714	85
1984	485	65
1985	301	52
1986	182	
1987	123	

注) 野草地の開畑は1982年5月、ロータリ耕起後、深さ0~15cmを毎年5月に調査した。

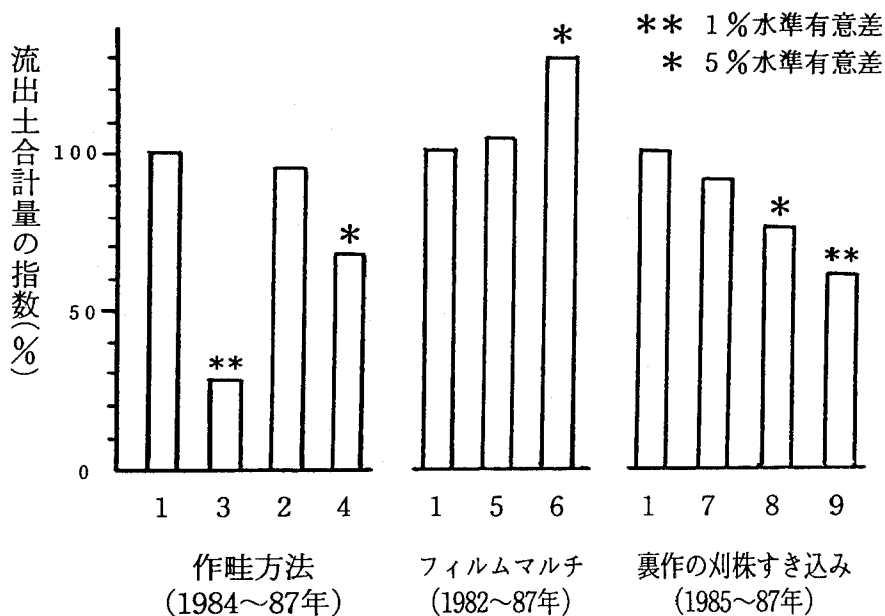


図-4 キャベツ栽培期間(6~9月)における侵食防止対策の効果比較

区1:標準(上下高畦), 区3:等高線高畦, 区2:上下平畦(但し、1985、87年は低畦),
 区4:上下高畦・下方牧草帯導入, 区5:フィルムマルチ, 区6:部分フィルムマルチ,
 区7:裏作イタリアン跡, 区8:裏作ライムギ跡, 区9:裏作ライムギ25cm高刈跡

表-4 裏作物のすき込み量とそのC/N比

作物	年	刈株 (g/m ²)	根 (g/m ²)	C/N比 (乾物当たり)	
				刈株	根
イタリアンライグラス*	1983~	150±57	236±100	31	33
	1987				
ライムギ**	1983~	371±51	285±51	65	42
	1987				
ライムギ***	1985~	479±74	305±76		
	1987				

注) 刈取りの高さは、*約5cm**約15cm***約25cm

た。流出土量は野草地開畑2年目までは標準区よりやや少なかったが3年目以降では逆に増加し、その土壌侵食防止効果は小さかった。

次に野草残渣の土壌侵食防止効果に着目して、裏作を導入し、その残渣すき込みと上下高畦栽培組合わせの効果を検討した。裏作にキャベツ収穫後の10月上旬までにイタリアンライグラス(同区7)あるいはライムギ(同

区8)を播種し、翌5月中旬に青刈して持ち出し、刈株をすき込み後、上下高畦でキャベツを栽培した。裏作物残渣のすき込み量を表-4に示した。その土壌侵食防止効果はライムギの方が大きく、ライムギ刈株をすき込んだキャベツ栽培では標準区に比べ、流出土量が25%減少した。さらに、刈取りの高さを25cmとしてライムギ刈株すき込み量を多くすると(同区9)、流出土量は40%

表-5 キャベツの収量に及ぼす裏作の刈株すき込みの効果

処 理	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	平均
裏作なし・上下高畦 (標準区)	100 (38.1)	100 (48.2)	100 (42.8)	100 (41.4)	100 (24.0)	100 (44.4)	100 (39.8)
裏作イタリアン跡		106	115	120	106	98	109
裏作ライムギ跡		104	106	110	126	96	106
裏作ライムギ高刈跡				111	133	87	106

注) () 内数字は、キャベツ収量実数 Mg ha^{-1}

減少した。裏作を導入した場合のキャベツの収量は表-5に示すようにいずれも増収した。

なお、飯田高原ではキャベツ収穫後の10月から翌年5月頃までの水食ならびに風食は比較的少ないが、裏作ライムギの導入はこの期間の土壌侵食防止にも有効であった。

3-2 土壌侵食防止対策の実用性

飯田高原のキャベツやダイコン栽培は多雨年は低収となりやすく、土壌の多湿が収量の制限要因となっている。したがって、キャベツの生育には表面流去水の迅速な排水が望ましく、キャベツ畑の土壌侵食防止にはその停滞貯留、流去速度の減少が望ましいという矛盾がある。

裏作ライムギ高刈り刈株すき込み・上下高畦による土壌侵食効果は、主にライムギ残渣の土壌表面被覆によるものである。また上下高畦は排水に有利であるためキャベツの減収を招く危険性が小さく、表-5のように増収効果があることから、飯田高原のキャベツ畑の土壌侵食防止対策として実用性が高く、普及しやすい。

等高線高畦あるいは牧草帯の土壌侵食防止効果は、それぞれ表面流去水の貯留と流去速度の低減によるものであるが、その効果が大きいほど土壌は多湿状態が長く続く。したがって、それらの実用性の評価には、梓試験区より大きな規模の圃場において、キャベツの生育、収量に及ぼす影響等を検討することが必要となる。そこで、1988年に1号圃と2号圃の小区画の境界を取り除いてそれぞれ1枚の圃場(面積)とし、実際の栽培に近い面積で等高線高畦、上下高畦・下方牧草帯を検討した。等高線高畦の圃場(2号圃)では、微地形によるわずかな傾斜に添って表面流去水が畦間を流去し、集水される場所で停滞水や畦の部分的崩壊が発生した。キャベツの収量は停滞水が少なかった場所で平均 $41.3 \pm 2.5 \text{Mg ha}^{-1}$ であったのに対し、しばしば停滞水を生じた場所では平均 $32.9 \pm 0.8 \text{Mg ha}^{-1}$ で20%も減収となった。上下高畦・下方牧草帯の圃場(1号圃)は、牧草帯に近い斜面下部の畦間と牧草帯内部に流出土が堆積して多湿となり、キャ

ベツの収量は牧草帯に近い斜面下部の場所で26%の減収となった。これらの結果から、等高線高畦と上下高畦・下方牧草帯の対策は、飯田高原のキャベツ栽培では多湿による生育不良の発生がネックとなり、いずれもその実用性は低いと評価せざるを得なかった。

4. 土地利用方式への提案

久住、飯田、阿蘇の高原地域は、大規模草地開発を基盤とする大型畜産経営が推進されてきたと同時に、夏秋期野菜の九州域内供給基地としての役割も大きく、近年その役割は益々重要となっている。しかるに、野草地開畑による野菜栽培は、開畑適地に限界があること、高原地域の土壌保全、自然景観維持の点にも問題があり、開畑規模と畑地配置の適正化、開畑後の土壌侵食防止、跡地荒廃対策が急務となっている。

本論文では上記の研究に基づき、開畑後の土壌侵食防止、跡地荒廃対策などを基幹とした望ましい土地利用方式として、野草地→野菜畑→牧草地、および牧草地の更新時を利用する牧草地→野菜畑→牧草地といった長期計画的な野草地、牧草地、野菜畑を組合わせた輪換方式を提案する。これは野草地および牧草地に蓄積された有機物による土壌侵食防止効果の合理的利用を基本とするものである。なお、野菜畑の期間は2年を限度としている。

引用文献

- 土壌調査研究会(1982):あるいて見る九州の土壌—土壌調査の方法と利活用—, 231~240.
- 細山田健三・柿田甲子郎(1984):土壌侵食と降雨および土壌因子, 第1報, 宮大農報, 31:263~269.
- 岩本保典(1985):西日本地域高冷地における葉根菜類の栽培現況とその問題点, 昭和60年度課題別検討会資料, 野菜試, 41~47.
- 岩本保典(1993):飯田高原の火山灰土野菜畑における土壌侵食と対策, 大分農技セ特別研報, 1:1~67.
- 三原義秋(1951):雨滴と土壌侵蝕, 農技研報, A1:1

~59.

Mitcell, J. K. and Bubenzer, G. D. (1980) : Soil loss estimation in soil erosion, pp 312,

Edited by M. J. Kirkby and R.P.C.Morgan, John Wiley & Sons, Inc.

日本土壌肥料学会九州大会運営委員会 (1971) : 九州の土壌と農業, 115~137.

日本土壌肥料学会九州大会運営委員会 (1982) : 筑後川流域の土壌と農業, 38~50.

山下正隆 (1990) : 葉根菜類の高温期栽培における生育特性, 九州農業研究, 52: 1~3.

(受稿年月日 1994年5月16日)