

## 黄色土ダイコン畑における土壌流亡と対策

矢野秀治・浅野雄二\*・小林忠彦

Soil Erosion in Yellow Soil Fields for Radish and Countermeasures

Hideji YANO, Yuji ASANO and Tadahiko KOBAYASHI

**要約:** 高鷲村の黄色土ダイコン畑からの土壌流亡による河川の水質汚濁が懸念されたため、その実態と対策について検討した。その結果、ダイコン作付け期間中の土壌流出量は10t/10aに達し、その90%以上が収穫後の裸地状態の時期に流出していた。畦間にライ麦を播種することで、土壌流出量は慣行栽培に対して83~96%減少した。また、対策の実施により、窒素、リン酸の流出も軽減できると考えられた。

**キーワード:** ダイコン畑、黄色土、土壌流亡、ライ麦

### 緒言

本県の北西部に位置する高鷲村では、標高800~1,000mの高原台地で約120haの夏ダイコンを生産し、「ひるがの高原大根」としての名声を博している。当産地は年平均降雨量が3,300mmと多く、その半分が栽培期間中の6~9月に集中している。また、2~7°の傾斜畑であるため、降雨による土壌流亡が避けられない(写真1)。

地域の土壌は強粘質の黄色土が大半を占め、粘土粒子の分散性が極めて高いため、流水中に懸濁した場合は長期間濁りが持続する特性がある。高鷲村は清流長良川の源流にあたるため、こうした土壌流亡による河川水質の汚濁が問題となり早急な対策が求められた。

これまでの報告<sup>1) 2) 3)</sup>により土壌流亡対策には等高線栽培や緑地帯の設置、裏作の実施等が有効とされてきたが、湿害の発生や栽培体系の違いにより当地のダイコン畑では実施しにくい。農家段階では圃場の末端に土嚢を置くなどして流出した土壌を圃場敷地内にとどめる工夫に努めてきたが多大な労力が必要となる(写真2)。

そこで、土壌流亡の実態を調査するとともに、現場で簡易に実行しうる対策技術を検討したので、ここに報告する。

### 材料および方法

試験は1997年~98年に高鷲村上野地区の農家圃場で行った。斜面長は40m、斜度は5°で当地では平均的な圃場である。土壌条件は細粒黄色土(赤山統)で全炭素は1.5%と低い。粒径組成は、粗砂11.4%、細砂17.5%、シルト24.1%、粘土47%で土性はHCである。

ダイコンの畦幅は1.2mであるが、この畦の最下部に

木枠(幅90cm×奥行60cm×深さ80cm)の土砂溜を設置して、栽培期間中に畦間から流れ出す濁水を収集した(写真3)。一定期間毎に凝集剤(EBa)を添加して土砂を沈殿させて回収し、その乾燥重量および土壌中の無機態窒素、可給態リン酸を測定した。また、土砂溜に貯まった上水について、全窒素、全リン酸を測定した。

試験区の構成は以下のとおりである。なお、1997年は1区当たり2畦分を、1998年は各区1畦分を供試した。

1997年

- ①無処理区
- ②稲わら被覆区(稲束により斜面下部及び中央部の畦間1m分を被覆した)
- ③ライ麦播種区(斜面下部及び中央部の畦間1m分に播種・覆土した)

1998年

- ①無処理区
- ②稲わら全面被覆区(稲束により畦間40mを全て被覆した)
- ③ライ麦播種区(斜面最下部及び中央部の畦間1m分に播種・覆土した)
- ④ライ麦+稲わら区(③区と同様にライ麦を播種した斜面上部を稲束で1m分被覆した)
- ⑤ライ麦倍量区(斜面最下部及び10m毎の畦間1m分に播種・覆土した)
- ⑥ライ麦バラ播区(斜面最下部及び10m毎の畦間0.5m分にバラ播きした・覆土なし)

\* 現中山間農業技術研究所

耕種概要は以下のとおりである。

1997年

土砂溜め設置およびライ麦播種：4/23

ダイコン播種：5/23

ビニールトンネル被覆：5/23～6/15

収穫：7/18～7/29 調査期間：4/23～9/10

1998年

土砂溜め設置およびライ麦播種：4/28

ダイコン播種：5/14

ビニールトンネル被覆：5/14～6/15

収穫：7/19～7/20 調査期間：4/28～9/11

### 結果および考察

#### 1. 土壌流亡の実態

調査1年目（1997年）における降雨量と土壌流出量を図1～2、表1に示した。

調査期間中（4/23～9/10）の総降雨量は1444mmであった。畦立てから生育中盤までは大きな連続降雨はなかったが、収穫前（7/7～7/17）および収穫後（8/4～8/9）に30mm/日以上の連続降雨がみられた。

調査期間中の土壌流出量は、無処理区で10.8t/10a

（乾土相当）であった。この量は仮比重を0.8とすると作土で約12mmに相当した。

時期別の土壌流出をみると、6月下旬までの少雨の時期では播種後に80mm/日の降雨が2回あり、62kg/10aの流出量がみられた。トンネル被覆時期はその前後にくらべて降雨量が同程度でも流出量が増加した。これは雨水が畦間に集中して流速が増したためと考えられるが、流出量は26kg/10aとそれほど多くなかった。また、6/28に120mm/日の集中豪雨がみられたが流出量は8kg/10aと僅かであった。これは、播種後1か月でダイコンの葉が畦表面を覆ったことや20日間程度大きな降雨がなく土壌が乾燥していたことが原因と考えられる。

一方、7/7～7/17には25～61mm/日以上連続降雨（総降雨量357mm）があり、この間の流出量は593kg/10aと一気に増加した。畦が傾斜方向に崩れ始め、畦尻や暗きょ出口ではガリ侵食がみられるようになった。さらに、収穫後の裸地状態では流出が著しく、8/4～8/9には36～75mm/日の連続降雨（総降雨量281mm）で土砂溜りが埋まり、畦間にもリル侵食の跡が鮮明に認められた。この間の流出量は、9.2t/10aと極めて多く、全流出量の92%を占めた。

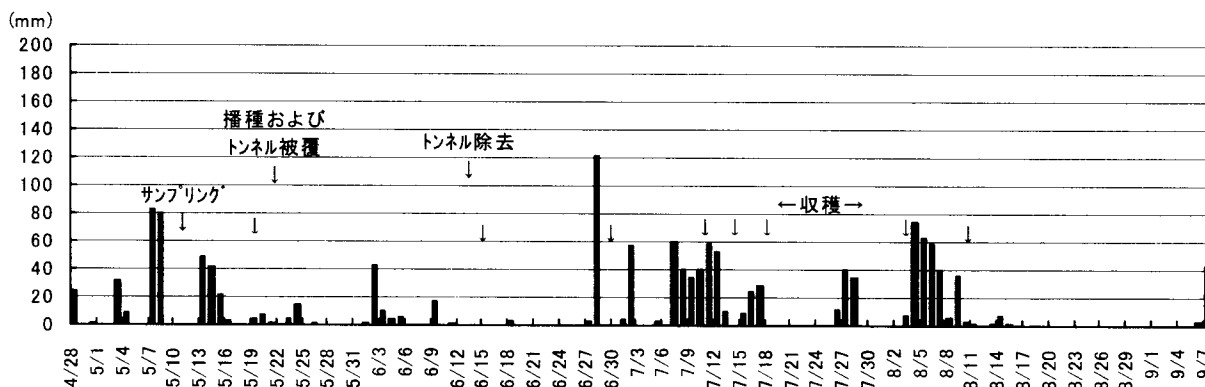


図1 日別降雨量の推移（1997）

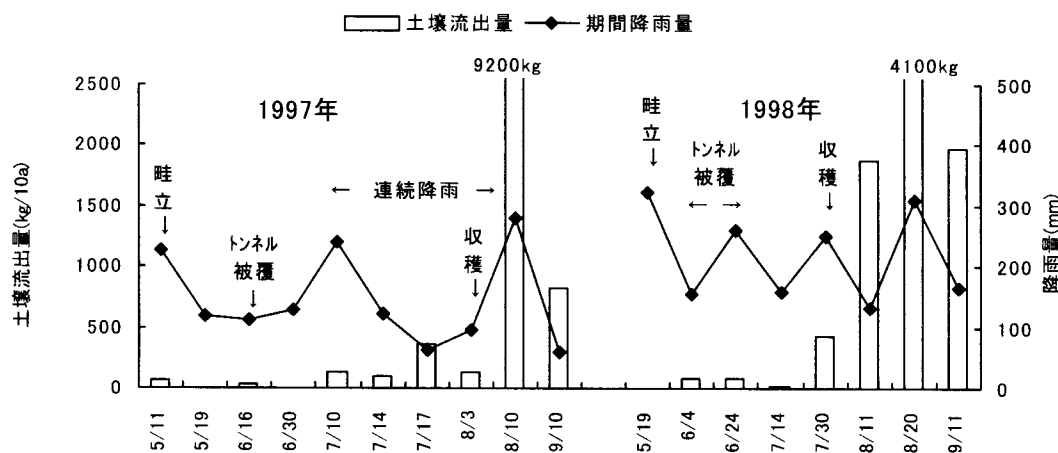


図2 期間降雨量と土壌流出量の関係（無処理区）

表1 降雨量と土壌流出量 (1997)

期間	土壌流出量 (乾土 kg/10a)			降雨量 (mm)	降雨日数 (30mm/日以上の日数)
	①無処理	②稲わら被覆	③ライ麦播種		
① 4/23 ~ 5/11	61.7	17.1(28)	45.5(74)	228	6(3)
② 5/12 ~ 5/19	3.3	2.1(64)	3.2(97)	119	5(2)
③ 5/20 ~ 6/16	26.2	6.5(25)	9.6(37)	113	14(1)
④ 6/17 ~ 6/30	7.5	3.1(41)	3.7(49)	128	3(1)
⑤ 7/1 ~ 7/10	135.4	30.4(22)	18.7(14)	240	8(5)
⑥ 7/11 ~ 7/14	92.5	8.6( 9)	6.6( 7)	122	3(2)
⑦ 7/15 ~ 7/17	364.6	21.8( 6)	9.5( 3)	61	3(0)
⑧ 7/18 ~ 8/3	136.5	15.0(11)	12.3( 9)	94	4(2)
⑨ 8/4 ~ 8/10	9196.0	1330.0(14)	1687.0(18)	281	7(5)
⑩ 8/11 ~ 9/10	818.7	60.6( 7)	50.4( 6)	58	6(1)
合計	10842.4	1495.2(14)	1846.5(17)	1444	59(22)

注1)降雨量はアメダスデータを使用 2) ( )内は対無処理区の指数

調査2年目(1998年)の降雨量と流出土量を図2~3,表2に示した。

調査期間中(4/28~9/11)の総降雨量は1746mmで、収穫後(7/27~8/27)にまとまった降雨があり、特に7/27~28は219mm、8/12~19は310mmの降雨量であった。

調査期間中の土壌流出量は、無処理区で8.6t/10a(乾土相当)で前年より少なかった。これは収穫前の連続降雨がなく収穫時の土壌水分が低かったことにより、収穫後の土壌流出が分散したためと考えられた。

生育前半は前年と同様にトンネル被覆期間およびトン

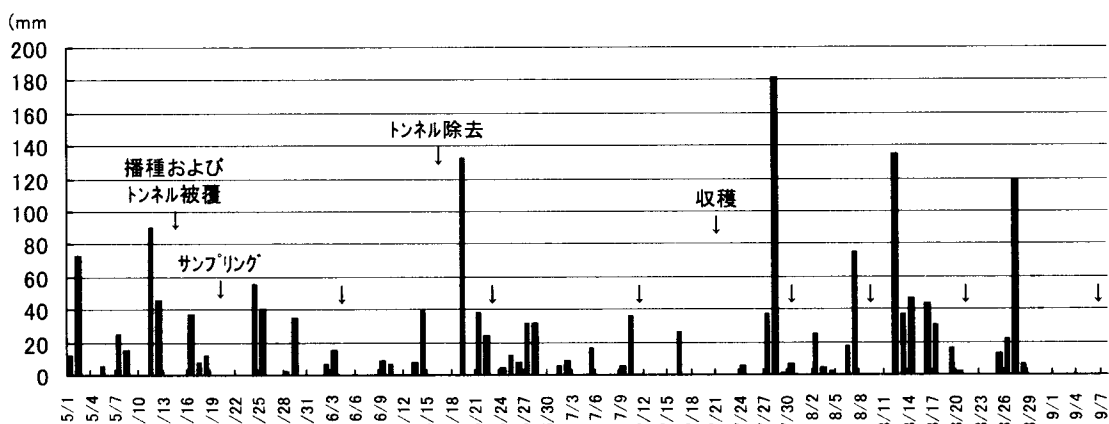


図3 日別降雨量の推移 (1998)

表2 降雨量と土壌流出量 (1998)

期間	土壌流出量 (乾土 kg/10a)						降雨量 (mm)	降雨日数 (30mm/日以上の日数)
	①無処理	②稲わら全面	③ライ麦	④ライ麦+稲わら	⑤ライ麦倍量	⑥ライ麦バラ		
① 4/28 ~ 5/19	7.3	6.0(82)	6.9(95)	7.5(103)	7.4(101)	3.5(48)	320	11(4)
② 5/20 ~ 6/4	76.2	8.7(11)	26.2(34)	14.6(19)	24.2(32)	49.6(65)	155	7(3)
③ 6/5 ~ 6/24	78.7	6.5( 8)	12.3(16)	4.1( 5)	17.0(22)	15.6(20)	259	9(3)
④ 6/25 ~ 7/14	8.5	0.7( 8)	1.4(16)	0.8( 9)	1.0(12)	4.0(47)	157	12(3)
⑤ 7/15 ~ 7/30	434.0	115.0(27)	34.6( 8)	26.2( 6)	15.0( 4)	76.7(18)	252	5(2)
⑥ 7/31 ~ 8/11	1871.0	-	79.2( 4)	170.8( 9)	83.3( 5)	110.4( 6)	130	6(1)
⑦ 8/12 ~ 8/20	4104.0	-	143.7( 4)	77.1( 2)	175.0( 4)	187.5( 5)	310	6(5)
⑧ 8/21 ~ 9/11	1979.0	-	3.3( 1)	9.9( 1)	4.6( 1)	2.7( 1)	163	7(1)
合計	8558.7	-	307.6( 4)	311.0( 4)	327.5( 4)	450.0( 5)	1746	63(22)

注1)降雨量はアメダスデータを使用 2) ( )内は対無処理区の指数

ネル除去後の多雨（6/19、133mm）で多く、155kg/10aが流出した。収穫直後の降雨（7/27～28）では434kg/10aが流出した。その後は連続降雨により土壌が飽水状態で推移したため、7/31～8/11が1.9t、8/12～19が4.1t、8/20～9/11が2t/10aと多く、全流出量の93%が収穫後に集中した。

流出土壌の形態をみると、生育初期は細かい粒子が主体であったが、収穫後は見た目にも作土そのものが流出していると思われた。図4に作土の土壌団粒の推移を示した。1mm以上の団粒は作付期間中の34～38%から、収穫後には25%に減少し、逆に0.25mm以下の画分が12%増加した。ダイコン収穫後は深い穴があいた状態となるため降雨による土壌団粒の破壊が進みやすく、これが作土の流出につながると考えられた。

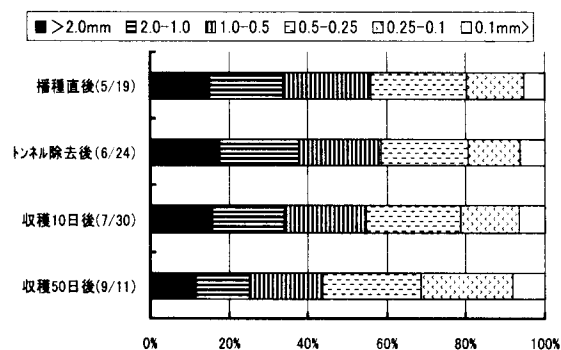


図4 土壌団粒の推移(1998)

2. 土壌流亡対策の効果

調査1年目（1997年）における無処理区に対する各処理区の土壌流出比率を図5に示した。

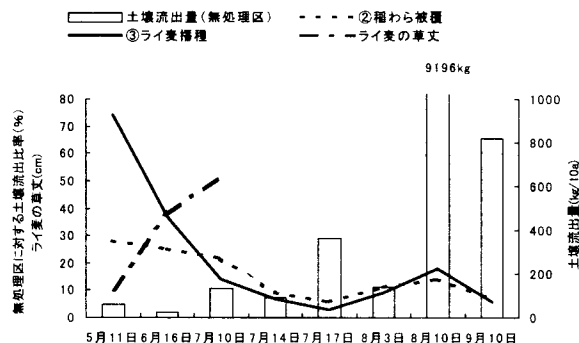


図5 無処理区に対する土壌流出比率(1997)

②稲わら被覆区は1.5t/10a（対無処理区14%）、③ライ麦播種区は1.8t（同17%）で、両区とも大きな効果が認められた。特に、流出量が多かった7月中旬以降では無処理区の1/10以下に抑えられる場合が多く、多雨時での効果がより大きかった。

連続降雨後（8/4）での作土（畦部分）及び流出土壌の粒形組成を図6に示した。①無処理区は作土と似た組

成であったが、②稲わら被覆区、③ライ麦播種区では粘土・シルトが増加し、砂分が少なかったことから、無処理区では作土自体が流亡しており、対策により主に土壌粒子の粗い部分の流出が抑えられていると考えられた。

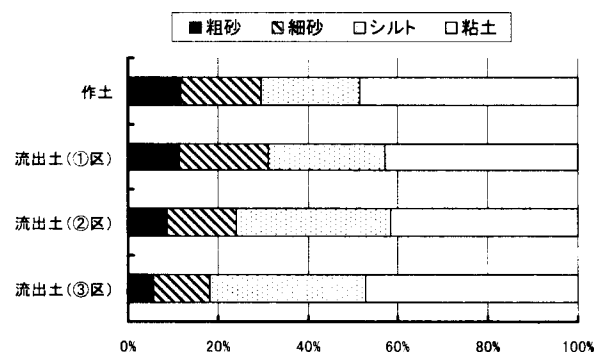


図6 作土および流出土壌の粒径組成(1997.8.4)

②稲わら被覆区の土壌流出量は、当初から無処理区の30%以下となり、以後調査期間を通じて6～22%と安定した効果が認められた。これは、雨水の流速が抑えられたこと、境界部で土止めできたことが要因と考えられた。ただし、8/11時点で稲わらの大部分が埋没していた(写真4)。

③ライ麦播種区はライ麦の生育に伴って効果が増加し、7月上旬（播種70日後）以降は無処理区の3～18%となり、稲わら被覆区より土壌流出量が少なかった。ただし、播種後1か月位は効果が小さいため、生育初期から効果を期待したい場合には稲わら被覆との併用が望ましいと考えられた。

調査2年目（1998年）における無処理区に対する各処理区の土壌流出比率を図7に示した。

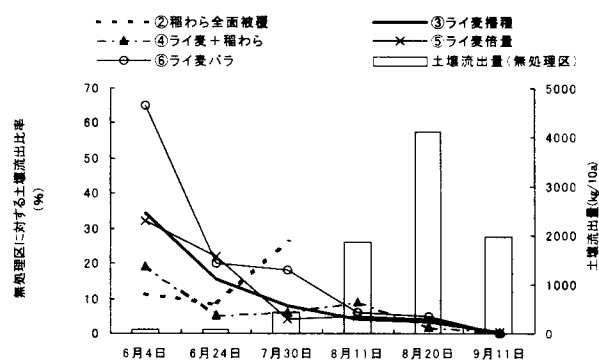


図7 無処理区に対する土壌流出比率(1998)

ライ麦の草丈は、5/19が13cm、6/4が35cm、6/24が45cm、7/14が55cmで推移し、6/4時点（播種40日後）にはほぼ畦間を埋め尽くし境界部で土砂をほぼ完全に止めるようになった。③ライ麦播種区の無処理区に対する土壌流出割合は、6/4で34%、6/24で16%、7/15以降

10%以下と生育に伴って減少し、特に、流出土壌が増加した7月下旬以降は無処理区の5%以下に抑えられ、その後は調査終了時まで高い効果を維持できた。総流出量は無処理区の4%にとどまった。

ライ麦の播種間隔について検討を行ったところ、10m(③区)と20m(⑤区)で効果に差がないことから、20m毎に1mづつ播種すれば十分な効果が得られると考えられた。また、⑥ライ麦バラ播区は、収穫期までは③ライ麦区より効果が劣ったが、8月以降は同等となり総流出量も大差なかったことから、単にばら播きすることでも効果が得られると考えられた。

④ライ麦+稲わら区は、生育初期から効果が高かったが、稲わらが土砂で埋没した7/15以降はライ麦単独区と差がなかった。また、②稲わら全面被覆区は、6/24までは高い効果がみられたが、流出土壌が増加して稲わらが埋没すると効果が急速に減少した。このことから、当地では単に雨水の流速を抑えるだけでなく、収穫後に増加する作土の流亡を止める方法が望ましいと考えられた。

播種間隔が広い③~④区では、収穫10日後(7/30)にライ麦上部で10~12cm深の土壌が畦間に堆積した。さらに、8/20には斜面最下部において境界部の流出土は畦と同程度の高さまで達したため、一部の土壌は播種部との境を侵食するように流出していた。調査終了後(10/2)において畦間に堆積した流出土量を表3に示した。斜面上部でも播種境界部で最大深20~30cm、長さ3~5mにわたって土壌が堆積した。堆積土の表面にはリル侵食の跡も認められ、この時点で土止め機能が限界と考えられた(写真7~8)。従って、急傾斜地など土壌流出量が多いと予想される圃場では堆積土壌を分散さ

せるために播種間隔を狭める必要があると考えられた。

### 3. 環境への負荷軽減効果

無処理区(1997年)における流出土壌中の肥料成分の推移を図8に示した。流出土中の無機態窒素は4~7mg/100g、可給態リン酸は8~18mg/100gで推移した。ここで調査期間中の無機態窒素および可給態リン酸の総流出量を試算すると、無処理区では、0.5kgN/10a、0.6kgP/10a程度となり、相当量の窒素、リン酸が作土とともに流出しているが、対策の実施により1/10以下に軽減できると考えられた。

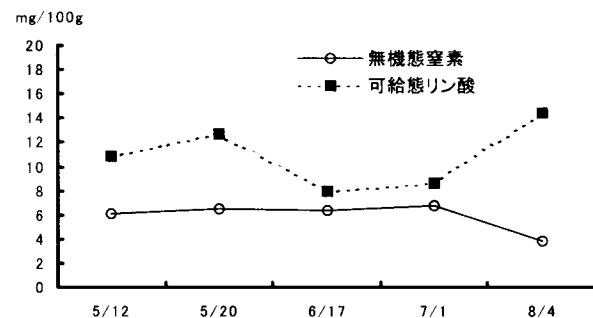


図8 流出土壌中の肥料成分の推移(無処理区・1997)

流出水中の肥料成分を表4に示した。無処理区では全窒素が1.1~4.0mg/l、全リン酸が0.5~1.3mg/lと高い数値を示した。この成分は主に土壌粒子とともに流亡していると推察されるが、ライ麦播種区では無処理区より低めで推移したことから、流出水中の肥料成分の流出も抑えられると考えられた。

表3 畦間に堆積した流出土量(1998,10,2)

場所	堆積深 (cm)				堆積長 (m)			
	③区	④区	⑤区	⑥区	③区	④区	⑤区	⑥区
斜面最下部	23	15	23	23	6.5	5.2	2.5	4.0
最下部より 10m 部分	-	-	30	20	-	-	5.0	4.0
"  20m 部分	30	20	28	25	5.0	5.2	5.5	3.9
"  30m 部分	-	-	22	22	-	-	2.8	3.0

注1) 堆積深はライ麦播種部分の最上部(斜面上部)で測定

2) 堆積長は土壌堆積部分の長さ

表4 流出水中の全窒素・全リン酸の推移(1997)

区	全窒素 (mg/l)			全リン酸 (mg/l)		
	5/20	6/17	8/4	5/20	6/17	8/4
①無処理	1.84	1.11	4.04	0.48	0.69	1.32
③ライ麦播種	0.39	0.81	2.77	0.26	0.45	1.13

## 総合考察

郡上郡高鷲村の黄色土ダイコン畑からの土壌流亡の実態と対策について1997～98年にかけて検討を行った。

当地域全体の土壌侵食特性については松本ら<sup>4)</sup>が既に報告しているが、実際のダイコン畑からの流出実態は不明であった。本研究の結果から、ダイコン作付け期間中（4月下旬～9月上旬）における土壌流出量は、乾土重で10t/10a近いと推定され、土層の深さに換算すると10mm以上に相当した。他の研究では、黒ボク土のキャベツ畑<sup>1)</sup>で8～10t/10a、赤色土のパイナップル畑<sup>5)</sup>で5～6t/10aと報告されているが、当地でもこれに匹敵する数値が認められた。

傾斜畑における土壌流亡対策としては、従来から等高線栽培、マルチングや圃場内での緑地帯の設置で効果が認められている。等高線栽培は緩傾斜で降雨量が1000mm前後の地域で有効とされている<sup>6)</sup>が、当地の降雨量はダイコン作付け期間中でも1500mmに達し、集中豪雨時に畦自体が流されることもある。また、牧草帯の設置により湿害が発生し、キャベツ収量が低下した例<sup>1)</sup>もある。ダイコンは地下部を商品化するため、これらの方法では湿害による収量や品質の低下が避けられないと考えられる。

本研究の結果によれば、ダイコン栽培では生育中期から葉が畦面全体を被覆するため、土壌流出は収穫後の裸地条件下に集中することが特徴的であった。従って、マルチングで雨滴侵食を防ぐよりも、畦間に一定間隔で土止めを設置することが重要であり、20m毎の畦間に1m幅でライ麦を播種するだけで著しい効果が得られた。マルチ麦は、春から夏にかけて播種しても出穂せず、草丈も50cm程度で土壌被覆性が強い。また、イネ科であるためダイコンの病害虫が繁殖するおそれが少ない。ライ麦の播種量は10a当たり800g、経費は600円程度であり、ダイコンの生育にも影響はみられなかった。この方法によれば、比較的手間をかけずに効果をあげることができる。しかし、収穫後の土壌流出量は膨大であるため、急傾斜地では播種間隔を狭めることや敷きわらとの組み合わせも必要と考えられる。

流出土壌を圃場内にとどめることは貴重な作土の減少を防ぐとともに、排水溝等に溜まった土壌がその後の降雨で懸濁し河川に流出するという二次的な汚染も防止できる。また、流出土壌は河川の汚濁を招くだけでなく、土壌に含まれる窒素、リン酸などの肥料成分も河川水質に影響を与えるが、ライ麦播種区では土砂溜に溜まった流出水中の全窒素、全リン酸濃度が低下しており、対策の実施により富栄養化も軽減できると考えられた。

ここ数年来、現地では土壌流亡に対する意識も高まり

つつあり、高鷲村高冷地野菜生産出荷組合では土壌流亡対策として各生産者にライ麦種子を2kgづつ配布している。平成14年度には57haでライ麦が播種されたほか、敷きわら等により半分以上の圃場で何らかの対策が行われている。また、降雨の縦浸透を促進するため全圃場でサブソイラー処理を行うとともに、ミニバックホーによる圃場内沈砂池の設置も173カ所と着実に増加しつつある。

一方、当地では土壌病害防止のため、毎年クロルピクリンによる土壌消毒を行っている。このため、腐植の減少や微生物活性の低下にともなう土壌物理性の悪化が土壌流出を助長していると思われる。本研究でもダイコン収穫後の土壌団粒の低下が著しいことが認められたが、この改善策として、地域内に多量に存在する牛糞堆肥の活用や牧草との輪作体系の確立を進め、土づくりを強化する必要がある。

また、本研究で示した対策では流出水に懸濁する微細粒子の流出までは防止できない。この点は今後の研究成果に待たざるをえないが、部分的に緑地帯を配置するなど地域内から土壌を出さない環境づくりに努めることも重要であると考えられる。

謝辞 本研究を行うに当たり多大な御協力を頂いた、中濃地域郡上農業改良普及センター、高鷲村役場並びに試験研究に御協力頂いた関係各位に深く感謝致します。

## 引用文献

- 1) 岩本保典：飯田高原の火山灰土野菜畑における土壌侵食と対策。大分県農業技術センター特別研究報告。1：1-67（1993）
- 2) 井田明・氏家勉・小谷晃・東尾久雄：麦作導入による傾斜キャベツ畑の土壌侵食防止効果。土肥誌。58。243-246（1987）
- 3) 喜名景秀・亀谷茂・比嘉明美・儀間靖：国領マージ畑土壌における侵食防止技術とその効果。日本土壌肥料学会講演要旨集。43：441（1997）
- 4) 松本康夫・天谷孝夫・西村直正：高原洪積畑地帯における圃場利用形態と土壌侵食特性。土壌の物理性。71：23-29（1995）
- 5) 喜名景秀・亀谷茂・比嘉明美・儀間靖：ススキ部分マルチと月桃の下部植栽併用による土砂流出防止技術。九州農業研究成果情報。12下：421-422（1997）
- 6) 種田行男：農地の侵食—その現状と保全対策—。農業および園芸。57：1093-1098（1982）

### **Abstract**

Recently, there is a soil erosion problem in yellow soil fields for radish in Takasu, which may cause the water pollution in Nagara River. The objective of this study is to investigate the reality of soil erosion in the radish fields and to invent effective countermeasures.

The results were summarized as follows:

- 1) The amount of soil loss during radish season was 100t dry soil weight per hectare.
- 2) Over 90% of soil outflow occurred in the bare field after harvesting.
- 3) The rye culture on furrow reduced the soil loss by 83-96% compared with the conventional method.
- 4) That countermeasure was effective for preventing the run-off of nitrogen and phosphate from fields.

### **Keywords**

Radish field, Yellow soil, Soil erosion, Rye



写真1 土壌流亡の状況



写真2 土壌による土止め



写真3 試験圃場の状況



写真4 ②稲わら被覆区 (ダイコン跡が消失し、稲わらはほとんど埋没している。1997. 8. 11)



写真5 ③ライ麦播種区 (播種55日後で畦間を完全に覆っている。1997. 6. 17)



写真6 収穫10日後の状況 (左: ④ライ麦+稲わら区の稲わらは完全に埋没している。1998. 7. 30)



写真⑦ 左: ③ライ麦区 右: ④ライ麦+稲わら区 (流出土壌は畦の高さまで堆積している。1998. 10. 2)



写真8 同左 (土壌の深さは30cmに達している)