

一般研究 36 火山灰の分布する畑作地帯における沈砂池の機能維持に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 20～平 22

担当チーム：水利基盤チーム

寒地技術推進室

研究担当者：中村和正、小野寺康浩、鶴木啓二

古檜山雅之、細川博明、長畑昌弘

【要旨】

本研究では、畑作地帯に整備された沈砂池の維持管理状況の把握と機能評価を通して、沈砂池の維持管理や計画設計方法の改良を提案した。事業完了後 6 年が経過した沈砂池の維持管理状況調査では、調査対象とした 11 箇所の沈砂池のうち沈砂容量が十分に残っていない施設が数カ所確認された。維持管理による土砂除去を確実に実施するには、沈砂池近傍に堆積土砂の処分場所を確保することが重要であることが分かった。また、沈砂池の機能評価では、土砂捕捉率を算出して検討したところ、強い雨がいった場合や融雪が連続する時期のような土砂が大量に流出しているときに、十分に機能していることを明らかにした。さらに、詳細な流域データを用いて汎用土壌流亡予測式(USLE)により土砂流亡量を推定し、流域末端からの土砂流出量の実測値と比較することで、土砂発生源から流亡した土砂の流域末端までの流達率は 0.4 であることを明らかにした。上記検討の結果から、維持管理を考慮した沈砂池の計画方法として、①発生源の近くに設置すること、②沈砂池の維持管理は事業者など土砂発生源の所有者が実施すること、③維持管理は定期的に地域全体で実施することを提案した。

キーワード：沈砂池、USLE、流達率、土砂捕捉率、維持管理

1. はじめに

北海道では道南や道東を中心として火山灰性土壌が広がり、そこでは畑作農業が行われている。これら地域の一部では、降雨や融雪により傾斜畑圃場が侵食されて土壌流亡が生じやすい状況にある。これにより、排水路では農地からの土砂や排水路法面の崩壊による土砂が堆積して排水機能が低下し、農地の浸水や過湿により作物生育の障害となっている。また、農地においても肥沃な土壌が流出することによる作物生産性の低下が懸念されている。さらに、排水路に流入した土砂は下流の湖沼や湿地等に流出し、土砂に含まれる富栄養化物質とともに水環境を悪化させ、水生生物の生育環境や漁業への影響が問題となっている。

農業農村整備事業では農地防災事業や環境保全型かんがい排水事業など排水路関連事業において、土砂や栄養塩類の下流への流出を抑制するために沈砂池を整備してきた。事業実施中には、これら沈砂池の土砂捕捉機能や水質改善機能について調査を実施し、その効果について検証する機会が多い。一方で、事業完了後には地元で管理が委託されるため、機能の継続性や管理実態のデータは少なく不明な点が多い。

そこで本研究では、これら沈砂池の良好な管理の維持や設計方法の改良を目的として、既整備の沈砂池に対して以下の調査検討を行うこととした。

- 1) 沈砂池の維持管理実態の解明：既設の沈砂池について、維持管理状況を調査する。
- 2) 流出土砂抑制効果の検証：沈砂池の堆積土砂量と流出土砂量から、沈砂池の機能を検証する。
- 3) 集水域条件と沈砂池流入土砂量の関係解明：流入土砂量と流域の土地利用や地形との関係を整理して、沈砂池容量の設計方法の改善案の提案につなげる。
- 4) 維持管理改善方法の提案：上記検討を踏まえ、沈砂池の機能維持に必要な計画・管理手法を検討する。

2. 維持管理実態の解明

2.1 目的

本章では、事業完了後における沈砂池の維持管理状況と、沈砂池に堆積した土砂の利用状況について調査を行う。

2.2 調査方法

調査は、北海道東部で実施された国営総合農地防災事業「Z 地区」で整備された沈砂池において、事業完

了後の2008～2010年に実施した。この地域は、受食性の高い軽しような火山灰性土壌の農地が広がり、融雪期や降雨時に侵食を受けて土壌流亡が生じやすい地域である。本地区では、事業により沈砂池が11箇所（沈砂池A～K）整備された。

上記沈砂池において随時現地踏査を実施し、沈砂池の土砂堆積状況を把握した。また、現在の管理者である町に管理実態（土砂除去の頻度等）の聞き取りを行い、土砂除去実施の予定と土砂の処理方法について把握した。

調査期間に土砂除去の実施された沈砂池Aでは、堆積土砂の畑への還元を行ったので、土壌調査を行って土砂還元の効果を検討した。

2.3 調査結果

2.3.1 土砂堆積状況と土砂管理実態

現地踏査と管理状況の聞き取り結果を表-1に示す。土砂の堆積状況は3段階に区分した。すなわち、「○」は堆砂可能な水面域が全体の50%程度以上残っている状態、「△」は堆砂可能な水面域が全体の50%程度以下となっている状態、「×」満砂状態で沈砂可能な水面域が無く、堆積土砂表面に水みちができていた状態とした。「○」と「△」は測量など厳密な測定の結果ではなく、目視での大まかな判定とした。

2011年3月時点で満砂状態となっている沈砂池は6箇所であった。沈砂池Dは、調査開始時の2008年7月では満砂状態で、2009年12月に土砂が除去されて沈砂機能が回復したが、2010年には再び満砂となった。沈砂池の土砂除去は、調査期間中に実施されたのが3地点（沈砂池A、D、F）で、調査期間以前には他に2地点（沈砂池E、I）でも実施されていた。2011年には沈砂池Bで実施予定、沈砂池Gでは土砂の処分場所が決定次第実施予定、沈砂池DとEは検討中ということであった。

事業実施中には、沈砂池に堆積する土砂は畑地から流出した土砂であり、堆積土砂は畑地に還元することも想定していた。しかし実際には、畑地の土壌だけでなく沢筋等の礫も多く混入しており、そのまま畑に戻すのは困難な箇所があった。この場合、土砂の処分方法が問題となる。沈砂池に隣接する堆積場への土砂上げ費用は、沈砂池Fの実績では100万円程度（土砂量3、500m³）だが、産業廃棄物として処理する場合、処分場への運搬費や処分費はこの数倍掛かる

2.3.2 堆積土砂の畑への還元

沈砂池Aでは、近隣の農家が個人で2008年12月に

表-1 土砂堆積状況と維持管理実態

調査地点	土砂堆積機能の判定		土砂除去実施の有無	特記事項
	2008年7月	2011年3月		
沈砂池A	○	○	有	2009年3月に下流側のみ土砂除去実施。土砂を畑に還元した。
沈砂池B	△	△	無	2011年に土砂除去予定あり。
沈砂池C	○	○	無	
沈砂池D	×	×	有	2009年12月に土砂除去実施。2010年末に満砂状態。2011年の土砂除去検討中。
沈砂池E	×	×	無	過去に土砂除去実施。2011年の土砂除去検討中。
沈砂池F	△	○	有	2010年3月に土砂除去実施。
沈砂池G	×	×	無	2011年の土砂除去検討中。
沈砂池H	○	○	無	
沈砂池I	×	×	無	土砂除去は実施されているが、巨石が多量に堆積。沢の侵食が激しいと推測される。
沈砂池J	△	×	無	
沈砂池K	未調査	×	無	

※2011年3月現在の状況

×：満砂状態で沈砂可能な水面域がない（水みちのみ）

△：沈砂可能だが、沈砂可能な水面域が50%以下となっている。

○：沈砂可能な水面域が50%以上ある。

土砂除去を実施した。土砂除去の目的は、所有する圃場の土壌が粘性土であるので、砂成分の多い堆積土砂を客土として還元するためであった。なお、沈砂池の流入部は礫が多いため、土砂の除去は礫分の少ない流出部付近のみで実施された。また、堆積土砂は対象圃場の中で20m×20m程度の狭い範囲に厚さ5～20cm程度客入され、その後耕起された。

沈砂池の堆積土砂、堆積土砂を客入する前後の畑土壌の粒径分布を図-1に示す。僅かな差であるが、元の畑土壌は粘土が多く、シルト～細砂の多い沈砂池の堆積土壌を客入することで、粘土の割合が減少しており、農家の希望していた結果となった。また、土砂還元箇所の作柄を、農家への聞き取り調査で確認したところ、客入箇所にはキャベツが栽培され、通常の栽培管理を行った結果、周辺と遜色なく収穫できたということであった。

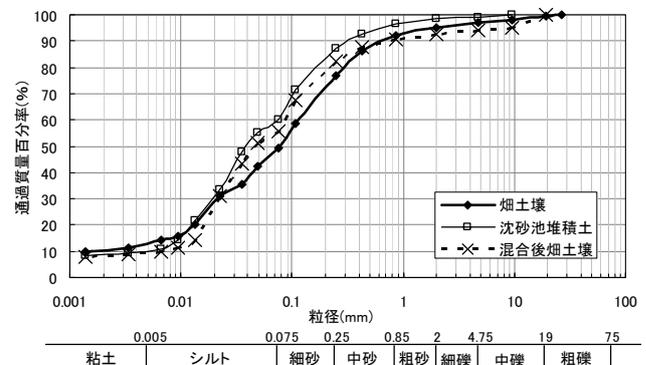


図-1 堆積土砂と畑土壌の粒径分布

2.4 小括

事業完了から6年の経過した沈砂池(11箇所)では、2011年3月時点で沈砂容量の少ない施設があった。土砂除去が十分に実施されない主な要因として、沈砂池近傍での土砂処分場所の確保が困難ということが明らかとなった。

3. 流出土砂抑制効果の検証

3.1 目的

沈砂池の施設規模を決定する場合、沈砂池への流入土砂量の予測が重要であるが、集水域の地形・土地利用・降雨は多様であり、予測と実態は必ずしも一致しないため、流入実績の把握が重要である。そのため本章では、事業完了後数年が経過した沈砂池を調査フィールドとして、沈砂池内の堆積土砂量と沈砂池からの流出土砂量の現地観測調査を行い、沈砂池への流入土砂量を推定するとともに、事業完了後における沈砂池の土砂捕捉機能を検証した。

3.2 調査方法

3.2.1 調査地概要

調査は、2章と同様に国営総合農地防災事業「Z地区」で整備された沈砂池で実施した。この検討では、事業実施中に重点的に調査が行われてデータが蓄積されている4地点を選定した。沈砂池の諸元を表-2に示す。

表-2 沈砂池諸元

名称	流域面積(km ²)	流域内土地利用区分面積(km ²)				最大可能堆積容量(m ³)
		森林	農地	裸地	その他	
沈砂池A	17.2	7.4	5.6	1.4	2.8	2,439
沈砂池B	3.9	0.8	2.6	0.2	0.3	1,008
沈砂池C	1.8	0.6	1.0	0.1	0.1	969
沈砂池D	7.1	3.8	1.5	0.6	1.2	2,360

3.2.2 土砂捕捉機能の検証方法

沈砂池の土砂捕捉機能の検証方法として、各池に流入した土砂を実際どの程度捕捉しているかを数値化し、それを機能評価の指標とした。これを「土砂捕捉率」と定義し、「堆積土砂量÷流入土砂量×100(%)」で求めた。流入土砂には掃流砂が含まれ、流入土砂量を実測するのは困難であることから、掃流砂のすべてが沈砂池に堆積するものと仮定することにより、流入土砂量を「堆積土砂量+流出土砂量(SS)」で表した。これら土砂量は現地観測により把握した。

3.2.3 堆積土砂量調査

沈砂池に堆積した土砂量は、沈砂池を縦5m横1m(沈

砂池Dは縦5m横2m)の格子で区切り、各格子点における堆積土砂頂部の標高の変化を測量により計測することで把握した。測量により求められた体積は、単位体積重量を乗じて重量に換算した。観測は、2009年と2010年の流出土砂量調査開始時と終了時、また、この間の変化を把握するため、8月と10月にも実施した。

単位体積重量測定に必要な試料は、堆積土砂が十分に締まっっていてコア採取が可能な場合には、1000cm³の不攪乱試料を採取した。また、水中部分などで堆積土砂のコア採取が困難な場合には、「北海道開発局 港湾・漁港工事監督マニュアル暫定版」¹⁾に記載の湿潤飽和状態における中詰材の単位体積重量の測定方法に準拠して1000cm³の試料を作成した。

3.2.4 流出土砂量調査

沈砂池から流出する土砂量調査として、沈砂池の流出口直下流において流量と浮遊物質(SS)の観測を実施した。観測期間は2009年と2010年の2カ年で、それぞれ融雪期から積雪期直前までとした。流量は、水位観測と流量観測からH-Q曲線を作成し、自記水位計で観測した連続水位から連続流量に換算した。SSは、採水による実測濃度と、濁度計による濁度指示値との相関から連続濃度を求めた。

3.3 調査結果

3.3.1 堆積土砂量及び流出土砂量の変化と要因

調査期間中の降水量と、堆積土砂量・流出土砂量の推移について、沈砂池Aの事例を図-2に示す。ここでは5月から11月を「降雨期」、12月から2月を「積雪期」、3月から4月を「融雪期」として整理した。

2009年の降雨期についてみると、堆積土砂量は4月から8月の増加量が大きくなっている。同年の流出土砂量をみると、7月中旬から下旬にかけて急激な増加がみられた。この時期の降雨状況をみると、7/25に一連降水量32mm(時間最大雨量11mm/h)、7/27に一連降水量38.5mm(時間最大雨量20.5mm/h)と比較的大きな降雨が集中しており、この降雨の影響により堆積土砂量および流出土砂量が増加したと考えられる。

同じく2010年の降雨期についてみると、堆積土砂量は7月から10月の増加量が大きくなっている。同年の流出土砂量をみると、8月中旬に急激な増加がみられた。この時期の降雨状況をみると、8/13に一連降水量65.5mm(時間最大雨量12.5mm/h)の降雨があり、この影響により堆積土砂量および流出土砂量が増加したと考えられる。以上から、降雨期では短時間に強い降雨があった場合に流域からの土砂流出が発生し、沈砂池

に多くの土砂が流入していることがわかった。

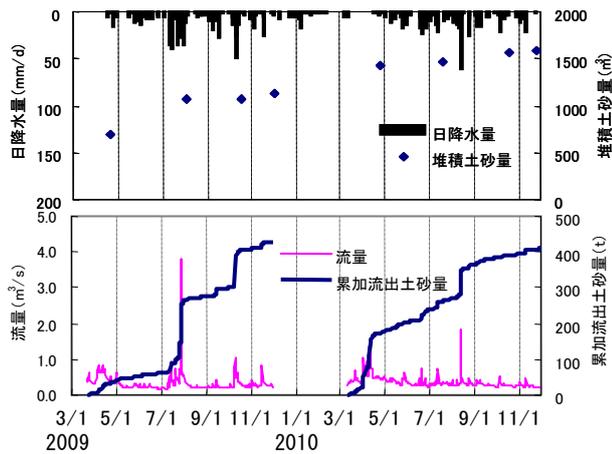


図-2 堆積土砂量と流出土砂量の推移 (沈砂池A)

次に2009年から2010年にかけての積雪・融雪期の状況をみると、堆積土砂量は大きく増加しており、流出土砂量も4月上旬から中旬にかけて大きく増加していることがわかる。この時期の降雨状況を見ると、大きな降雨出水は観測されていない。図-3は流出土砂量の急激な増加がみられた2010年4/1の0:00から4/3の0:00までの気温と流出土砂量の時間変化を示したものである。4/1は最低気温がプラス温度で最高気温も15℃以上と比較的暖かったため、融雪が一日を通して進行したと考えられる。流出土砂量の変化をみると、気温上昇に追従する形で大きく増加していることから、融雪による土砂流出が発生していることがわかる。また、翌2日も同様な傾向が続いたことから、この時期は融雪が連日進行し、流出土砂量が大きく増加したと考えられる。

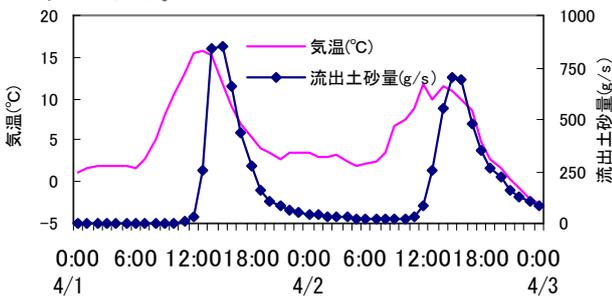


図-3 融雪期の気温と流出土砂量 (沈砂池A)

3.3.2 土砂捕捉率

3.3.1の調査結果より、各沈砂池の土砂捕捉率を算出し、表-3に整理した。各年や池毎によってばらつきがみられた。沈砂池Aでは、2009年が49%であったのに対し、2010年では24%と低下していた。沈砂池Aの捕捉機能について、降雨に起因して流出土砂量が増加

した期間 (a) と降雨の少ない平水時の期間 (b) での土砂捕捉率を比較した (図-4)。8月中旬の降雨出水により流出土砂量が急激に増加した期間 (a) の土砂捕捉率は55%となっており、10月以降の降雨が少なく、流出土砂量が緩い傾きで増加する平水時の期間 (b) では11%であった。2009年の沈砂池Aや他の沈砂池でも同様の傾向がみられた。すなわち、比較的大きな降雨出水により流出土砂量が増加する場合には、沈砂池への流入土砂を捕捉しており、平水時には流入土砂が少量であるため平水流量で流入する浮遊砂等がそのまま沈砂池を通過して下流へ流出すると考えられる。

表-3 土砂捕捉率

単位: %

沈砂池名	2009年				2010年			
	4/21 ~ 11/30	4/21 ~ 8/4	8/4 ~ 10/6	10/6 ~ 11/30	4/26 ~ 11/24	4/26 ~ 7/20	7/20 ~ 10/19	10/19 ~ 11/24
沈砂池A	49	55	30	36	24	▲	55	11
沈砂池B	54	62	25	75	-	-	-	-
沈砂池C	73	84	20	77	92	91	93	▲
沈砂池D	-	-	-	-	80	34	88	39

※ -は未調査、▲は土砂堆積量減少により算出不能

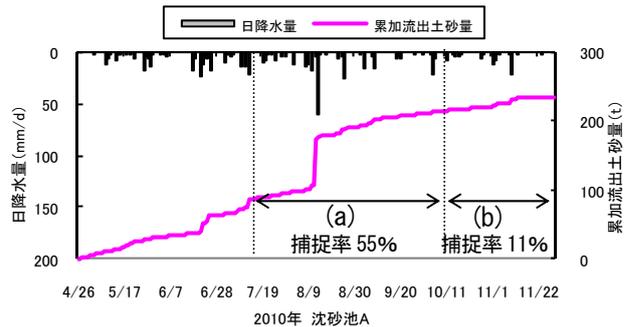


図-4 土砂捕捉率の比較

3.4 小括

畑地流域からの流出土砂抑制効果を検証するため、事業完了後の沈砂池を対象として堆積土砂量と流出土砂量の観測を行い、土砂捕捉率を算出した。その結果、以下のことが明らかになった。①短時間に強い降雨があった場合や融雪が進行している場合において沈砂池に多量の土砂が流入する。②流出土砂量が急激に増加するような降雨出水があった場合には、沈砂池で多くの土砂を捕捉している。③平水時は流域からの土砂流入が少ないことから、平水流量で流下する土砂が沈砂池を通過して下流へと流出する。

以上より、調査対象とした沈砂池では、降雨時や融雪時の流出土砂を捕捉しており、現段階では土砂捕捉機能を発揮しているといえる。しかしながら、堆積土

砂量は経年的に増加しており、最大可能堆積容量に近い沈砂池もあったことから、今後継続的に土砂捕捉機能を発揮するためには、定期的な維持管理（土砂撤去）を行い、長期的な施設運用をしていくことが望まれる。

4. 集水域条件と沈砂池流入土砂量の推定

4.1 目的

国営農業農村整備事業における沈砂池の容量決定には、経験モデルである USLE（汎用土壌流亡予測式、Universal Soil Loss Equation）を用いることが多い。その場合、当該地区の代表的なパラメータを定めて USLE で単位面積当たりの年間流亡土量を算出し、これに面積を乗じて1年間に流域から流出する土砂量とする。この土砂量をもとに設計容量を決定するが、前章までで明らかのように、施設整備後に調査を行うと、沈砂池によって土砂堆積状況には大きな違いがみられた。この要因の一つとして、USLE による土砂流出量予測に誤差のあることが想定される。

そこで、USLE による土砂流出予測に誤差を与える要因として以下を想定した。1) 沈砂池を設置するのは地区内の複数の小流域であり、流域ごとに地形条件や土地利用は異なるため、事業地区全体の平均的なパラメータによる算出ではズレの生じる可能性がある。2) USLE によって算出された流亡土量は、圃場からの土壌流亡ポテンシャルであることから、実際に流域から流出する土砂量とは異なる可能性がある。

本章では、1) について、畑地流域を対象に地形や土地利用の情報を GIS ツールで整理し、流域を小区画に区分して USLE の各パラメータを付与し、USLE により流域毎の流出土砂量を推定することとした。また、2) については、この流出土砂量の推定結果と実測流出土砂量を比較し、流域末端への流達率を算出した。

4.2 方法

4.2.1 USLE の概要

USLE は米国農務省を中心に開発され、同国の農地保全基準として採用されてきた。USLE による流出土砂量予測の目的は、侵食を引き起こす要因を定量評価し、その地域に適合する保全方法の指針を与えることにあたる。日本においても土壌保全の検討に対して「土地改良事業計画指針 農地開発(改良山成畑工)」³⁾（以下、事業計画指針と記す）のなかで適用方法が解説されている。

USLE は降雨毎の流亡土量を予測するのではなく、長期間の平均的な土壌流亡量を予測するために用いられ

る。USLE による土壌流亡量の予測は6つの係数の積で次式のように表される。なお、単位系は事業計画指針と同じものを用いた。

$$A = R K L S C P$$

A：単位面積当たり流亡土量 (tf・ha⁻¹)

R：降雨係数 (tf・m²・ha⁻¹・h⁻¹)

一連降雨（無降雨時間 6 時間以内）の降水量が 12.7mm 以上、または 15 分当たりの降雨強度が 6.4mm 以上と定義される侵食性降雨の運動エネルギー E とその降雨の最大 30 分間降雨強度 I₃₀ の積 I₃₀ の年間合計値である。積雪寒冷地では融雪流出も考慮する。

K：土壌係数 (h・m⁻²)

単位降雨当たりの流亡土量を与える係数で、その地域の土壌の受食性を示す指標である。

L S：地形係数（無次元）

傾斜地における勾配と斜面長の影響を表す係数である。斜面長係数 L と傾斜係数 S として設定されているが、地形係数 L S として適用されることが多い。

C：作物係数（無次元）

作物被覆と営農管理の影響を表す係数で、裸地区に対する流亡土量の比である。作物ごとの標準値が整理されている。

P：保全係数（無次元）

畝立て方向、等高線栽培など保全的耕作の効果を表す係数で、平畝、上下耕に対する流亡土量の比である。

4.2.2 解析対象データ

(1) 解析対象流域概要

解析対象は、2・3 章と同様に、国営総合農地防災事業「Z 地区」で沈砂池が整備された流域（A、B、C 流域）とした。A 流域には沈砂池 B・C・G が、B 流域には沈砂池 A・F が、C 流域には沈砂池 D が設置されている。これら流域では、事業実施期間中に沈砂池の堆積土砂量と流域末端からの流出土砂量が観測された。本章では、この両者の合計値を流域からの土砂流出量の実測値とした。

(2) 土地利用データの作成

土砂流出量の推定に使用する流域データを GIS ツールによって作成した。土地利用区分は空中写真（オルソカラー画像）から判読し、森林、農地（小麦）、農地（小麦以外）、農地（草地）、大規模裸地、小規模裸地、草地、人工構造物、ビニールハウス、舗装道

路、植林地、水域の 12 区分とした。農地を小麦・草地・小麦以外の 3 区分としたのは、作物係数が大きく異なるためである。

土地利用の境界で分けけたポリゴンは、森林などでは大面積となって、平均的な地形係数を求めることが困難となることがある。そこで、標高データから 10ha 以内の小区画にさらに分割した。

4.3 USLE 係数の検討

4.3.1 降雨係数(R)

降雨係数は、降雨侵食指数 EI 値の合計として算出される。本研究では、降雨データの入手・整理の容易な毎正時の降雨量から算出する EI₆₀ と、USLE の定義による EI 値に近いとされる 10 分間雨量による EI₁₀ を求めることとする。ただし、10 分間隔の雨量データは観測していないので、60 分雨量から換算する手法を用いた⁴⁾。また、積雪寒冷地においては、融雪融凍期の耐食性の低下を加味するため、融雪融凍期の降雨係数 R の補正は、根雪月の降水量(mm)に 0.06 を乗じた値を加算する³⁾。当該地域の根雪月は、12 月～3 月と設定した。降雨係数を表-4 に示す。なお、流域 A と流域 B・C は実測値の観測期間が異なるため、これに合わせて降雨係数を算出した。

表-4 降雨係数

流域名	解析対象観測期間	降雨係数	
		R ₆₀	R ₁₀
A・B流域	2002/6/5	60	104
	～2003/5/27		
C流域	2001/10/18	64	98
	～2002/10/29		

R₆₀, R₁₀はそれぞれ、60分雨量と10分雨量のR値を示す

4.3.2 土壌係数(K)

土壌係数は、試験圃場の実測値から算出する方法、計算図表により推定する方法、推定式から求める方法が一般的であるが、いずれも現地データが必要であり係数の決定は簡単ではない。そこで本稿では、簡易な係数決定方法として、「国土交通省発行 20 万分の 1 土地分類基本調査 (土壌図)」⁵⁾から流域の土壌分類を把握し、これに今井・石渡⁶⁾によって整理されている日本の各種土壌に対する土壌係数を当てはめることにした(表-5)。

4.3.3 地形係数(L S)

地形係数は、斜面長係数 L と傾斜係数 S の積で表されるが、流域単位で USLE を適用する場合、様々な形状の区画を対象とするため、斜面長の計測が困難となる。そこで、GIS ツールの機能で簡易に地形係数を計算する方法として、斜面長の代わりに計測の簡便な集水面

表-5 土壌係数

土壌名	土壌係数 (h・m ⁻²)
黒ボク土壌B(ローム質)	0.108
褐色森林土・黒ボク土	0.196
褐色低地土壌	0.5
淡色黒ボク土壌B	0.314
灰色低地土壌	0.463

積を用いる方法⁷⁾を採用した。また、同様に GIS ツールによりデジタル標高データ (DEM) から傾斜角を求めて、合わせて地形係数 L S を計算した。計算式は以下のとおりである。

$$L S = 1.4 \times (A_s \div 22.13)^{0.4} \times (\sin \beta \div 0.0896)^{1.3}$$

A_s : 集水域のセル数×セルサイズ

β : セル内の傾斜角

4.3.4 作物係数(C)

USLE の定義では、生育期ごとの C 値と R 値の分布データからその地域に対応する年間の C 値を算出することとなっている。我が国では、全国的に作物の生育期と降雨パターンのそれぞれが類似しているため各種作物の標準値が整理されている。本研究では、事業計画指針で示されている値³⁾を採用し、これに記載されていない土地利用区分に関しては、渡辺・永塚⁸⁾が示した値を用いた。農地 (小麦以外) については、詳細な作付データが無いので、当該地域の主要作物であるマメ (大豆、小豆、エンドウ)、バレイシヨ、タマネギ、ビートの作付比率から平均値 0.40 を算出して適用した。一覧を表-6 に示す。

表-6 作物係数

土地利用区分	作物係数
森林	0.005
農地(小麦)	0.2
農地(小麦以外)	0.4
農地(草地)	0.02
人工構造物	0.01
ビニールハウス	0.01
舗装道路	0.01
未舗装道路	1
荒地・その他	0.05
裸地	1.0
水域	0

4.3.5 保全係数(P)

当該流域では、水質環境保全のために排水路に対して平行に畝立てすることが行政から農家に指導されているが、すべての圃場で実施されているわけではない。

また、畝立て方向や等高線栽培など保全的耕作管理に関する情報を得るには現地調査が必要となる。そこで本稿では、横畝が農地 (小麦、小麦以外) の半分で実施されていると仮定し、谷山⁹⁾の研究成果である横

畝の畑地のP値の平均値(0.323)と保全管理をしていないP値(1.0)の平均値である0.66をすべての農地(小麦、小麦以外)に適用した。

4.4 土砂流出量推定結果

4.4.1 土砂流出ポテンシャル

決定した係数を用いて土砂流出量を算出し、流域からの流出土砂量の実測値と比較した。いずれも実測値より大きな値となった(表-7)。EI₆₀の結果について、土砂流出量と単位面積当たり土砂流出量(土砂流出ポテンシャルと称する)を図-5に示す。土砂流出量は流域面積順と同じくB流域(17.2km²) > C流域(7.1km²) > A流域(3.9km²)となった。一方、土砂流出ポテンシャルはC流域 > B流域 > A流域となり、近傍流域でも土砂流出状況は大きく異なっていた。土砂流出量に占める各土地利用の割合でみると、C流域では、面積割合は1割未満の裸地と未舗装道路からの流出が7割を占めていた。これが、C流域で土砂流出ポテンシャルが大きくなる理由である。

以上より、USLEによって流域からの土砂流出量を推定するにあたって、小面積であっても裸地や未舗装道路からの土砂流出に対する評価が重要であることが明らかとなった。また、近傍流域でも、土地利用や傾斜の状況は様々であり、土砂流出ポテンシャルすなわち土砂流出の危険度も異なることから、流域ごとに詳細な流域データを反映させた土砂流出予測が必要であることが示唆された。

4.4.2 流出土砂量の算出と実測値との比較

表-7の結果について、原点を通る直線で近似すると(図-6)、EI₆₀を用いた場合で計算値を0.4倍、EI₁₀を用いた場合で計算値を0.26倍すると実測値に近似する結果が得られた。USLEの各種パラメータの設定が適正であるならば、この係数が流出した土壌の流域末端への流達率を表すと考えられる。これにより、降雨係数の平均値から当該流域の平均土砂流出量を算出し、この流達率を乗ずることで流域からの1年間の土砂流出量の平均値を推測することが可能となった。さらに、この値に沈砂池に流入する土砂の粒径等から求められる捕捉率を乗じることで、沈砂池の設計容量が決定できる。

4.5 小括

畑地流域において地形条件や土地利用条件を詳細に反映させたUSLEによる土砂流出量の推定を行い、実測値と推定値の比をとることで、流域からの土砂流出量を推定することが可能となった。これにより、沈

表-7 流出土砂量の推測値と実測値
単位(t)

	EI ₆₀	EI ₁₀	実測値
A流域	662	1,034	375
B流域	4,611	7,126	1,881
C流域	2,248	3,474	794

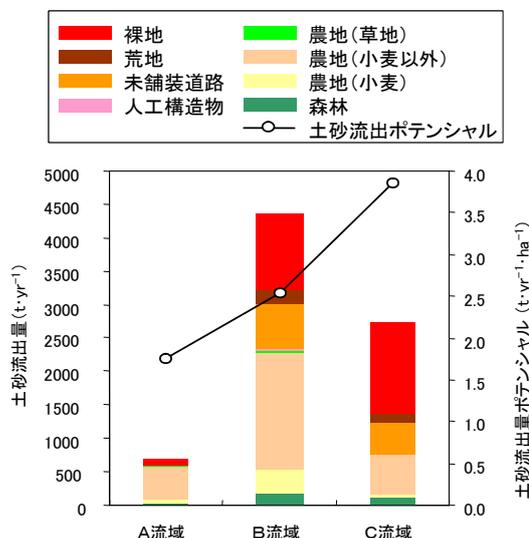


図-5 土砂流出量と土砂流出ポテンシャル
(人工構築物にビニールハウスと舗装道路を算入)

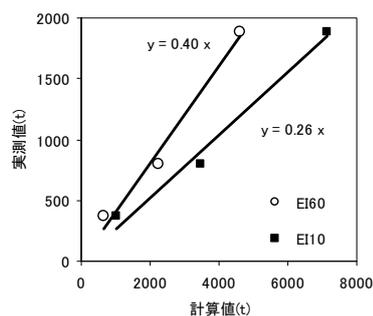


図-6 流出土砂量の計算値と実測値の関係

砂池の容量を決定することが可能となった。

5. 維持管理改善方法の提案

5.1 沈砂池の維持管理上の課題と改善策

本研究の調査対象地区は、事業完了から6年が経過した。沈砂池には、堆砂機能が減じている施設も多くみられた。土砂除去は沈砂池を機能させるための維持管理であり、土砂の堆積状況を随時把握しながら、適切な時期に実施する必要がある。管理者への聞き取りでは、処分方法に課題があり、財政上からも随時の実施は容易ではないということであった。

事業実施中には、沈砂池に堆積する土砂は畑地と森林から流出した土砂であり、堆積土砂は流域内の畑地に還元することも想定していた。この場合、処分費は安く抑えられる。しかし実際には、畑地や林地の土壌

だけでなく沢筋の礫等も多く混入しており、そのまま畑に戻すのは困難であった。土砂を産業廃棄物として処分する場合高額の費用を要し、町の財政に大きな負担となる。そのため、運搬費のかからない沈砂池近傍で土砂を有効利用できる場所を探す必要があり、土砂除去まで時間を要する一因となっている。一方で、沈砂池Aの事例のように、堆積土砂を畑地に還元可能な施設もあった。すなわち、同一事業地区の沈砂池であっても、4章で示したように流域の土地利用状況が異なると土砂流出状況が異なり、沈砂池に堆積する土砂の質も異なると考えられる。そのため、事業実施時から、各沈砂池において堆積土砂の量と質を把握して実情に見合った処分方法を検討し、畑への還元が困難な沈砂池については、処分先を確保しておく必要があると考えられる。

また、畑地や林地、土取場のような流出土砂の発生源には排水路への流入箇所沈砂池を設置し、その所有者の責任で土砂除去を実施して所有地内に土砂を戻すべきであろう。これにより、行政側の財政的負担は減少する。

5.2 維持管理を考慮した沈砂池の提案

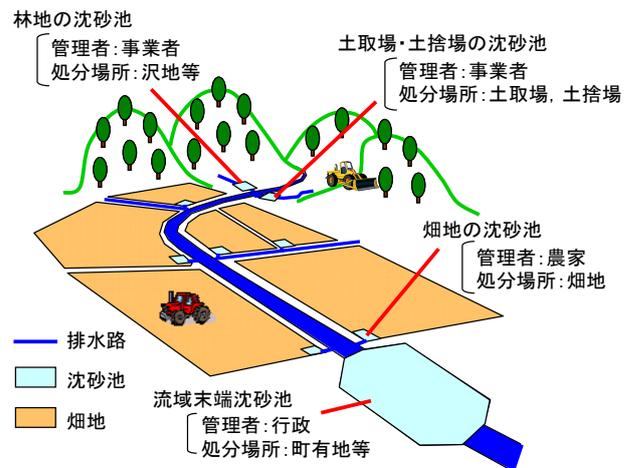
これまでの検討により、沈砂池の維持管理上で重要なことは、堆積土砂の処分方法であった。そこで、管理者と処分場所を含めた沈砂池の設置位置について以下に提案する。また、これらを流域内に配置したイメージを図一7に示す。なお、当然のことながら、発生源から土砂が流出しないように管理することが最も重要であることは言うまでもない。

- 1) 土砂発生源への還元が容易なように、沈砂池は発生源近傍に設置する。畑地の場合は、圃場ごとに設置する。
- 2) 管理が細やかに実施されるように、沈砂池の管理者は行政ではなく、農家などを主体とする。土砂の処分地はそれぞれの所有地内とする。
- 3) 発生源近くの沈砂池の土砂上げは、積雪前や融雪後など定期的に地域全体で実施する。

6. おわりに

本研究では、火山灰の分布する畑作地帯における沈砂池について、土砂堆積状況と維持管理実態を調べ、沈砂池の堆積土砂量と流出土砂量から、沈砂池の機能を検証した。また、沈砂容量の決定手法の検討としてUSLEの精度検証の結果を示した。また、これらの結果をもとに、維持管理を考慮した沈砂池の配置方法を提

案した。



図一7 沈砂池の配置イメージ

参考文献

- 1) 北海道開発局：港湾・漁港工事監督マニュアル暫定版、p. 159、1999
- 2) 細川博明・池田晴彦・鶴木啓二：「沈砂池の土砂捕捉機能継続性に関する調査研究の意義と展開方法」、第52回北海道開発技術研究発表会、2009
- 3) 農林水産省：土地改良事業計画指針 農地開発（改良山成畑工）平成4年5月、1992
- 4) 長澤徹明：「積雪寒冷地の小流域保全に関する農業土木的研究」、平成3年度文部科学省研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書、1992
- 5) 国土交通省：20万分の1土地分類基本調査（土壌図）
- 6) 今井啓・石渡輝夫：「統計資料等を用いて整理した北海道における土壌浸食因子の地域性について」、寒地土木研究所月報No. 640、2006
- 7) Christos G. K., Tijana S. and Georgios N. S.: "Quantification and site-specification of the support practice factor when mapping soil erosion risk associated with olive plantations in the Mediterranean island of Crete", Environmental Monitoring and Assessment, 149, pp. 19-28, 2009
- 8) 渡辺康志・永塚鎮男：「GIS利用による陸域影響に関する調査研究」、財団法人沖縄化学技術振興センター平成13年度内閣府委託事業（サンゴ）調査研究の結果、2002
- 9) 谷山一郎：「農地における土壌流出」、農林水産業及び農林水産物貿易と資源・環境に関する総合研究、農林水産技術会議事務局、p. 151、2003