

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

寒地土木研究所 道北支所 ○細川 博明
池田 晴彦
寒地土木研究所 水利基盤チーム 鵜木 啓二

農業農村整備事業において下流への土砂流出を抑制するために整備された沈砂池は、事業完了後の機能継続性に関するデータは少なく、良好な管理の維持や設計方法の改良のためには追跡調査が必要である。そこで、火山灰性土壌の農業地域に整備された沈砂池について、土砂捕捉機能の継続性について調査を開始した。本稿では、研究の位置づけと 2008 年の調査結果をとりまとめ、今後の展開方向について整理した。

キーワード：沈砂池，土砂捕捉，維持管理，農地

1. 背景と目的

(1) 沈砂池機能追跡調査の意義

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展開されている。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も懸念されている。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譲されるため、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。今後、良好な管理の維持や設計方法の改良のためには追跡調査が必要である。

(2) 研究の全体像と本稿の目的

前節のような背景から、寒地土木研究所では 2008

年度より一般研究として「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」で以下の調査を始めた。①維持管理実態調査：火山灰土の分布する集水域を有する排水路に設置された沈砂池について、その位置や諸元、設計の考え方や事業完了後の維持管理状況を調査する。②堆砂量調査：定期的に沈砂池の堆砂量を観測するとともに、土砂上げの実施状況も把握し、年間の流入土砂量を推定する。さらに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。③土砂捕捉機能調査：沈砂池流出部からの流出土砂量の観測を行い堆砂量調査と合わせて捕捉率を算出し、沈砂池の機能を検証する。

本稿では、上記②と③の調査に関して、現地観測の方法と短期間であるが初年度の調査結果を示し、今後の展開方向について整理した。

2. 調査方法

(1) 調査方法概要

本研究では、鵜木ら¹⁾の研究と同様に、沈砂池の土砂流出抑制機能の評価方法として、各施設に流入した土砂量の捕捉率を求めることにした。算出式は、「捕捉率＝堆積土砂量／流入土砂量」で表される。河道を流下する土砂の形態はウォッシュロード (wash load)、浮遊砂 (suspended load)、掃流砂 (bed load) に大別されるが²⁾、一般河川において掃流砂を定量化することは困難である。そこで、掃流砂はすべて沈砂池において沈降すると仮定すると、施設

から流出する土砂はウォッシュロードと浮遊砂となり、流出口の浮遊物質 (SS) を測定することで流出土砂量を算出できる。すなわち、流入土砂量は「堆積土砂量+流出土砂量 (SS)」で近似されることとなり、捕捉率の算出式は、「捕捉率=堆積土砂量/(堆積土砂量+流出土砂量 (SS))」となる (図-1)。以上より、沈砂池の堆積土砂量と沈砂池出口の流出土砂量を観測した。なお、本研究では沈砂池の堆積物や SS について、これに含まれる有機物も含めて土砂として整理した。

(2) 調査地概要

調査は北海道網走管内美幌町と津別町で行った (図-2)。両町の一部において 2000 年度から 2004 年度に国営総合農地防災事業「網走川上流地区」が実施された。この地域は、受食性の高い軽しょ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 (水食) を受けて土壌流亡が生じやすい地域である。そのため、排水路では農地からの土壌流入や排水路自体の法面崩壊等による土砂堆積によって排水

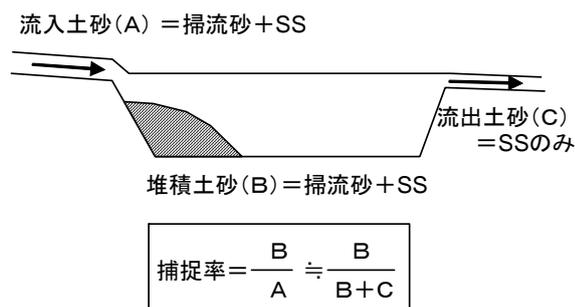


図-1 沈砂池の機能評価方法概略



図-2 調査位置

表-1 調査対象沈砂池諸元

沈砂池名	最大可能堆積量 (m ³)	流域面積 (km ²)
沈砂池A	2439	17.2
沈砂池B	969	3.94
沈砂池C	1008	1.83

機能が低下しており、その機能回復と災害の未然防止が求められていた。これを受け、「網走川上流地区」では、農地からの土壌流亡を抑制し、排水機能を正常な状態に回復させて農地保全を図るために、排水路に堆積している土砂の除去、土砂流出抑制工や護岸工の整備など各種対策を実施した。土砂流出抑制工のうち、排水路本線上流域からの流出土砂を排水路内で捕捉し堆積させる施設として沈砂池 (幅広水路工) が整備された。本研究では、この沈砂池を調査対象とし、とくに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 3 地点を選定した。沈砂池の諸元を表-1 に示す。なお、沈砂池 C は、観測開始前の現地踏査の段階では、流入口上部排水路の閉塞により水が仮回し水路を流れ、沈砂池への流入はほとんどなかった。この原因は不明であるが、観測に先立ち、沈砂池に水が流入するようにした。

(3) 堆積土砂量調査

沈砂池に堆積した土砂量は、竣工時の施設底面と堆積土砂頂部の標高差から体積を求め、これに単位体積重量を乗じて重量に換算した。観測時期は、後述する沈砂池流出部の水質水文調査期間の直前と直後である。

堆積土砂頂部標高の測定は、沈砂池を縦 5m 横 1m の格子で区切り、各格子点における堆積土砂頂部の標高を測量した。測量作業は、陸地化している箇所は徒歩により、水中部分はボートを使用して堆積土砂を乱さないように実施した。

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ていたコア抜きが可能な場合には、1000cm³ の未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抜きが困難な場合には、「北海道開発局 港湾・漁港工事監督マニュアル」³⁾ 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。

(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 SS の観測を実施した。観測期間は 2008 年 9 月 22 日から 11 月 30 日である。流量は、徒歩により随時流量観測を実施して H-Q 曲線を作成し、自記水位計 (感圧式) により観測した連続水位から連続流量に換算した。SS は、自動採水器によって降雨出水時の河川水を採取して濃度を測定し、自記濁度計 (透過光式) により観測した濁度指示値との相関から連続濃度を求めた。SS の分析方法は GFP 濾過法である。自動採水器には雨量計 (転倒マス式) を接続し、5mm/2h 以上の降雨があった場合に起動するようにした。また、雨量

も自記計により連続観測を行った。

3. 調査結果

(1) 堆積土砂量調査

堆積土砂量調査について、国営事業実施期間中の最後の結果と2008年の結果について表-2に示す。沈砂池Aと沈砂池Bは、事業終了後から2008年の調査までに土砂の堆積が進行し、最大可能堆積量の80%程度に達していた。一方、沈砂池Cは、今回の観測を開始するまで流入口上部の排水路が閉塞していたため、土砂堆積は少なかった。2008年の調査期間の結果についてみると、観測前の土砂堆積量が少なかった沈砂池Cでは堆積土砂量が増加したが、沈砂池Aと沈砂池Bでは、堆積土砂量が減少するという結果であった。

1979～2000年の美幌アメダスによると観測期間の平均降水量は148.8mmであるのに対し、2008年は53mmと非常に雨が少なかった。さらに、汎用土壌流失予測式(USLE)で定義される侵食性降雨(一連降水量が12.7mm以上、または6.35mm/15min以上)は1回と、土砂の流入が少ない条件であった。しかし、降雨が少ないとはいえ平水時でも沈砂池には排水路の水が流入しており、沈砂池Aと沈砂池Bでは過去の洪水で堆積した土砂が徐々に流出したものと考えられる。沈砂池Bについて、堆積土砂の表面標高を詳細に観察すると(図-3)、流入部分の標高が大きく低下しており、排水路からの流入水によって、堆積した土砂が再流出した状況が確認できる。ただし、この土砂は沈砂池が無ければ、洪水発生の時点で下流に流出したものであり、沈砂池が土砂の発生源となっているわけではない。沈砂池Cも土砂流入の条件は他の2つの沈砂池と同様であるが、堆積土砂量が少なく沈砂残容量が多かったため、土砂が堆積しやすい状況にあったと考えられる。

堆積土砂量の単位堆積重量についてみると(表-3)、沈砂池Aと沈砂池Bでは、陸地化している流

入口付近では1.1～1.2g/m³、流出口付近の水中部分では0.5g/m³程度であった。沈砂池Cは陸地化している箇所はほとんどなく、流入口付近でも堆積土砂の表面は水中にあり0.8g/m³程度であった。

(2) 流出土砂量調査

流出土砂量調査の結果として、堆積土砂量の増加した沈砂池CのSS負荷流出量の推移を図-4に示す。先に示したように、2008年は降水量が少なく、10/2と11/19に小規模の降雨出水があった以外はほとんど流出のピークはみられなかった。最終的に、約2ヶ月の観測期間において、沈砂池Cからは0.7tの土砂が流出した。沈砂池に堆積した土砂量は表-2より232-217=15m³で重量に換算すると11.4tであった。すなわち、沈砂池Cの土砂捕捉率は11.4÷(0.7+11.4)×100≒94%と算出された。沈砂池Aと沈砂池Bからは、それぞれ6.8t、2.9tの土砂が流

表-2 沈砂池の堆積土砂量

沈砂池名	単位:m ³		
	2004.10	2008.9	2008.12
沈砂池A	471	1916	1882
沈砂池B	317	816	759
沈砂池C	105*	217	232

*沈砂池Cは2002.10

表-3 沈砂池堆積土砂の単位体積重量

沈砂池名	採取地点	単位堆積重量
		(g/cm ³)
沈砂池A	流入口付近(SP20)	1.21
	流出口付近(SP80)	0.51
沈砂池B	流入口付近(SP10)	1.11
	流出口付近(SP40)	0.56
沈砂池C	流入口付近(SP5)	0.79
	流出口付近(SP45)	0.51

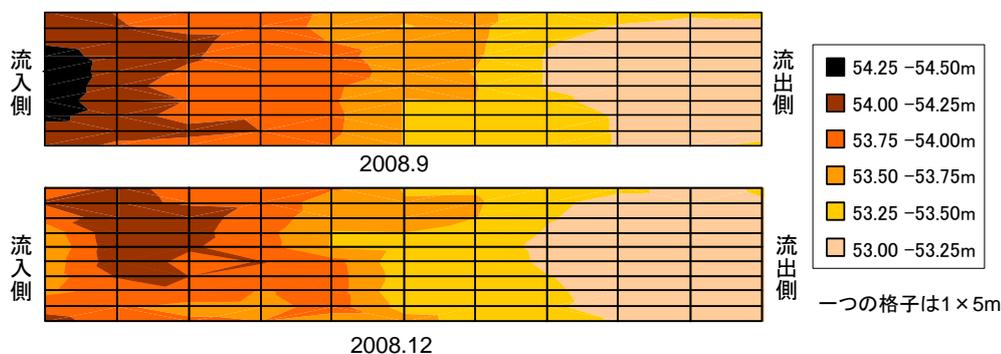


図-3 沈砂池Bの堆積土砂表面標高の変化状況

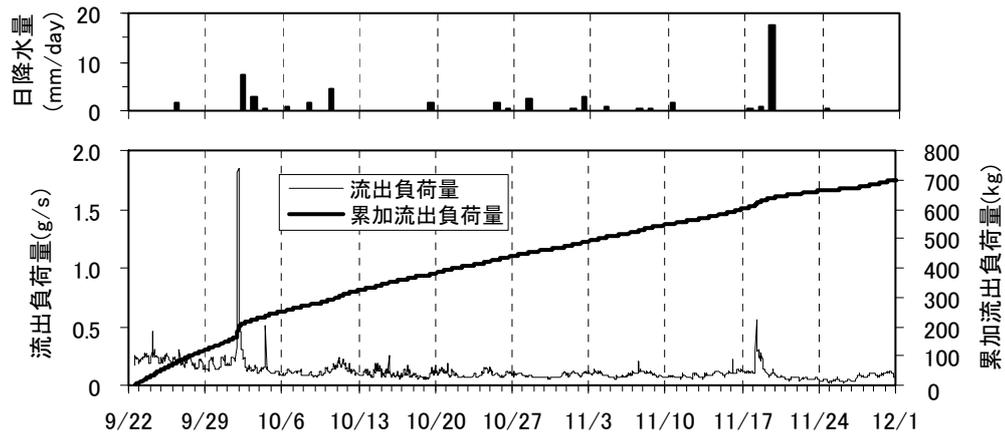


図-4 沈砂池CのSS流出負荷量の推移

出したが、堆積土砂が減少したので捕捉率は算出できない。

4. まとめと今後の展開方向

沈砂池の土砂捕捉機能の継続調査として、国営総合農地防災事業で整備した沈砂池について、事業完了後の機能調査に着手した。「網走川上流地区」では、事業実施期間中の最後の土砂除去からおよそ4年が経過しており、沈砂池が順調に機能していた2つの沈砂池では、施設容量の8割程度まで土砂が堆積していた。今回の約2ヶ月の現地観測期間においては、例年に比べて降水量が非常に少なかったため土砂流入量も少なかったと推定され、観測前の土砂堆積量の多かった沈砂池では、土砂堆積量が増加せず逆に減少していた。今後、融雪期や大規模降雨のように大きな洪水時における各沈砂池の土砂捕捉機能を継続して調査し、現時点での土砂捕捉能力を評価する予定である。

堆積土砂量調査については、過去の結果と合わせて流域からの流出土砂量（沈砂池の堆積土砂量+沈砂池からの流出土砂量）と流域の土地利用や地形との関係を整理して、流域から1年間に流出する土砂量の推定方法について簡便で精度の高い方法を検討

し、沈砂池容量の決定方法の改善につなげる予定である。現在、事業実施期間中のデータにより3流域を対象として、圃場や森林からの土壌流出量をUSLEを用いて算出し、この値と流域からの流出土砂量を比較し、USLEによる流出土砂量推定の精度について検証している。この結果については別報にて報告する。

さらに、維持管理実態調査については、今回の調査対象とした「網走川上流地区」だけでなく、道南や道東の既設沈砂池も対象として、管理状況を調査する予定である。

謝辞：現地調査を始めるにあたり便宜を図って頂いた網走開発建設部北見農業事務所の関係各位、現地調査やデータとりまとめにご協力いただいた環境コンサルタント（株）の関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 鶴木啓二・鈴木豊志・中村和正・中路晃平：網走川上流域に整備された土砂流出抑制工の効果，農業農村工学会誌，75(7)，pp.609-613（2007）
- 2) 河村三郎：土砂水理学，森北出版，p.242（1982）
- 3) 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）