



7・13水害の農地被災

生産環境科学科 中野俊郎
自然科学研究科 稲葉一成

7.13水害で新潟県中越地区の三条市、中之島町の水田面および長岡市八丁潟に土砂堆積や湛水被害をもたらした。五十嵐川や刈谷田川では安全に流下させられるだけの川幅が無いために、猿橋川では堤防高さが低い箇所、破堤した。土砂の堆積による農地被災もあるが、同時に湛水による農作物被災が多い。砂礫とシルトの堆積範囲は検土杖と直定規と50m巻尺で調べた。土の粒度組成を調べるために、沈降分析試験と土の密度試験を行った。堆積土の乾燥体積を求めるのに必要な三相分布を調べるために、実容積試験を行った。これらの結果から、破堤した堆積状況の把握に努めた。

刈谷田川上流部では、稚児清水川が合流する地点で越流した箇所が多く、濁流水が越流した。河川敷外を流下して何処に堆積したかは、詳細に把握できなかった。五十嵐川破堤箇所からも砂礫やシルトが流亡した。砂礫は破堤近傍に堆積したため検土杖で砂礫の有無を確認することができたが、シルト分は民家内部に堆積したため十分に把握することが困難であった。破堤箇所に農地が広がっていて、家屋が障壁となって礫の限界送流力が弱められたと推定される。そのため家屋内に大量のシルトが堆積し、土砂の排除に苦勞された。

中之島町の刈谷田川破堤箇所では、寺や民家が直撃されて全半壊した。その下流域に位置する北陸自動車道とスーパーmaruiと与板・中之島線に囲まれた水田面上にシルトが厚く堆積した。この水田面の高さは周囲よりも低く広がりがあり、沈砂池の効果を発揮したため、中之島町から大沼排水機場に至る水田面上にはほとんど堆積しなかった効果をもたらしたが、湛水時間が長くて枝豆等の畑作物が全滅し

た。

浦瀬川や浦加桂川の上流部が豪雨に見舞われ、山腹崩壊して生産された土砂が流亡した。浦瀬川が猿橋川に合流する地点から500m下流で破堤したため、砂礫が流出しシルト分も八丁潟に大量に堆積した。堆積した八丁潟の地盤高が低いため、粘土分を浮遊させた懸濁水が長時間湛水させ稲表面に粘土が付着して、大量の売買できない米を刈り取ることになった。破堤直下の水田面に堆積した砂礫層は排除しないと、作付けは困難である。厚さ20cmもシルトが堆積した箇所では作土層が厚くなりコンバインの走行性に支障が出ないように、土壤水分を低下させる必要がある。暗渠が施工され、排水機吐出口が低く設置されているので、刈り取り期前に土壤水分を低下させて走行性を回復させる努力が必要である。

五十嵐川破堤直下に砂礫が堆積した所と中之島町のシルトが厚く堆積した箇所および八丁潟の農地被災について調査したことを記載するとともに、流亡土砂を抑止するためのスリットダム構築の提案と湛水の迅速排除について提案する。

I 五十嵐川破堤による堆積状況

1. 五十嵐川破堤箇所

(1)五十嵐川の破堤箇所を、図1-1に示す。越流土砂の礫部分は、河川方向に平行に100m、垂直方向に200mに堆積した。砂礫堆積範囲は、検土杖により貫入抵抗から堆積範囲を確認した。スコップで掘り起こして堆積厚さを測ったところ、平均厚さはほぼ30cmであった(表1-1、表1-3)。礫が堆積した周辺部に砂が堆積している。諏訪新田地区において被災水田の周辺に在る民家屋内に大量のシルトが堆積した。同等に破堤箇所の破堤勢力の直撃を受けた家屋内の空間が一気に限界層流力を低減したためシルト等の細粒分を家屋内に堆積させて、流亡面積の拡大を食い止める効果をもたらしている。

(2)破堤箇所の上流に流出調整ダムがあるが、異常な降雨量に対応することが困難であった。

(3)市街地に在る学校グラウンド面上に、シルトが薄く堆積しているのが視られるが、遠く離れた国道8号線沿いの三条金属団地付近の水田面上に2mもの湛水があったことから、三条地区でも相当の降水量があったと推定される。破堤箇所の堤防では各所で越流した跡があり青色ビニールシートで防災作業が行われた痕跡が伺われる。これらの現象から、五十嵐川流域の農地の被災対策面では、豪雨による流亡土砂による災害よりも湛水排除の対策に力点を置く必要がある。

① 図1-1のように堤防と民家で囲まれた農地面上に砂礫が堆積した。砂礫の堆積土量は、乾燥土体積で2000m³である。シルトの堆積土量は、乾燥土体積で1000m³である。

② 市街地道路路面を懸濁水が流下したが、流速が低下したグラウンドや水田面上に薄くシルトが堆積している。堆積厚さが薄いため、農地被災は小さい。

実容積試験の結果(表1-2)から、体積比率を表す三相分布は固相が50%、液相が45%、気相が5%である。



図1-1 五十嵐川破堤箇所の土砂堆積状況

2. 三条市街地

(1)濁流が民家の床下に厚く堆積するのが多く視られるが、濁水の流れを止めた箇所では濁水中の土粒子が沈降して堆積する。

(2)新潟県長岡地域振興局農地部から提供された図面からも、広大な面積に長期間にわたって湛水する地形的な仕組みから脱却する必要がある。五十嵐川左岸の信濃川に向かい排水吐き出しのための水門ゲートを設置するなどの、湛水の迅速排除に効果的な方法を講じる必要があると考えられる。三条市内の本成寺では度重なる水害のために輪中でお寺を囲んで防衛していたが、租税納税のために輪中堤防を物納したとされることが伝わっている。その後も、五十嵐川幅を拡張する計画立案されるが、実現せずに頓挫している。三条市街地を湛水から守るために、迅速に湛水を排除すれば、人災も軽減できると思われる。五十嵐川破堤箇所以外に三条金属団地に至る水田には堆積した所は見当たらなかった。それでも湛水深は2mあったことを、地区住民から聞く。大河津分水路が完成する前は、横田切に代表される信濃川の氾濫に対応するために、強固な築堤工事が行われてきたが、大河津分水路が完成した現在では計画洪水位まで水位が高くなることは無いと思われるの

Ⅱ. 中之島町から大沼排水機場の至る間の土砂堆積状況

1. 刈谷田川破壊箇所と堆積状況

刈谷田川が中之島町で2004年7月13日に破堤し、直撃を受けた妙栄寺は破壊された。妙栄寺の家屋コンクリート土台を残して破壊され、多くの墓石も倒された。周囲の家屋も激しく破壊している。溢れ出した土砂の中の妙栄寺付近に堆積した粒度組成は礫である。

2. 関越道 - スーパーmarui - 与板・中之島線道路に囲まれた水田の堆積状況

図2-1に示すように、斜線で示した水田面上にシルトが最大40cmから2cmの厚さに堆積している。この堆積した水田面の地盤が低いこと北陸自動車道とスーパーmaruiおよび与板中之島県道で囲まれているため、一時的に濁水が滞留し懸濁液中のシルト土粒子が沈降して堆積をもたらす沈砂池の役割をしたと、考えられる。直定規で測定した水田面上に堆積したシルトの厚さを、図2-1に示す。越流濁水は、地盤高の低い農地面（斜線部）で限界掃流力を失って、堆積したと考えられる。粒度試験結果（表2-1）から、堆積土の粒度組成はシルトである。元来、下流域に流れ下るべき土砂が、この北陸自動車道・与板・中之島線・スーパーmaruiで囲まれた農地によって土砂を堰き止める効果があったと考えられる。この北陸自動車道・スーパーmarui・与板・中之島線道路に挟まれた範囲で、湿潤状態の堆積土量は15190m³と推定する。実容積試験（表1-2）から乾燥土の占める体積割合が34%であるので、乾燥状態の土の体積は5165m³ある。

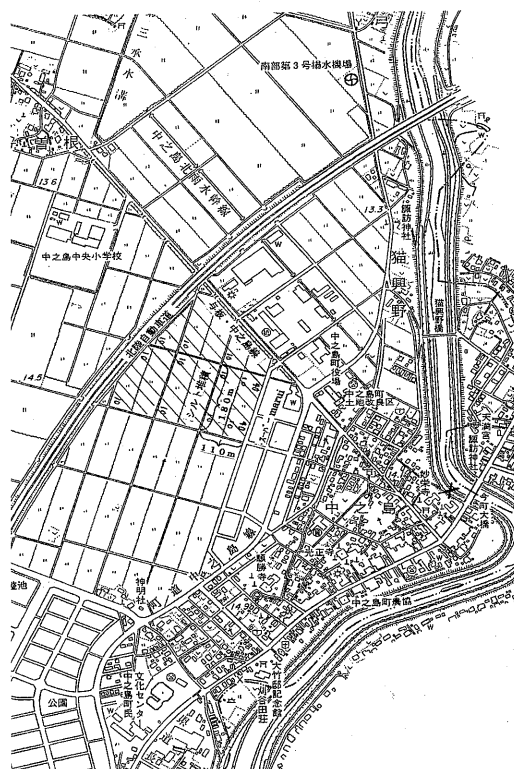


図2-1 刈谷田川破堤箇所とシルト堆積地



図2-2 中之島町～大沼排水機場に至る堆積状況

3. 関越道猫興野高架橋下の堆積状況

他方、北陸自動車道猫興野高架橋下の農道面上に敷いてあった碎石バラストが、10～20m移動し水田面に堆留している。シルトなどの細粒土の堆積が少ないことから大量の懸濁水が流過したため懸濁水中の土粒子が沈降しないで狭隘な高架橋間を流下したことが伺える。

図2-2の⑤⑥⑦⑧地点では堆積厚さが少ないことから、破堤して流亡した砂礫の大部分は、破堤箇所直下に堆積し、シルトは北陸自動車道・与板・中之島線・スーパーmaruiで囲まれた農道面上に堆積したため、これより下流域にある大沼排水機場までの間の農道面上に堆積した土は少ない。大沼排水機場⑧付近では、僅かに水田面の縁に堆積土が見られる程度で、緊急に中之島川の堤を破り懸濁水を刈谷田川へ流した効果があったと考えられる。

新潟県農地部で行った湛水範囲と湛水経過時間の地図から、24時間で北陸自動車道・与板・中之島線・スーパーmaruiで囲まれた農道面上から湛水が排除されていることが伺われる。8日後には殆んど湛水が排除されている。⑤⑥⑦⑧地点の農家から米や畑作物の収量は激減したことを聞かされ、湛水の迅速な排除が欠かせない。

4. 中之島町から大沼排水機場に至る堆積状況

④地点の水田に厚さ1cmの堆積がある。堆積厚さが薄いので、そのまま一緒に耕起することで支障は無い。大豆は全滅し、米収量は3割で品質面で売れない米であった。本穂が出穂する時期に浸水したが、次穂が出穂した生命力は強い。

⑤地点の水田面上に厚さ2cmに堆積した。

⑥地点では堆積土が少ない。

⑦地点の右岸の刈谷田橋では堆積は少ない。

⑧地点の大沼排水機場近くの左岸・右岸共に堆積が見られるのは、水田面縁だけに少量見られる。

5. 大沼排水機場、低水路－高水路－刈谷田川

低水路の堤防を人為的に開削して刈谷田川に排水した効果が、大沼排水機場を湛水から守り、湛水期間を短縮したことにつながったと、考えられる。同時に、大沼排水機場の運転を止めなかった努力が、懸濁水が滞留して土粒子を沈降させないことに繋がったと、考えられる。その結果、大沼排水機場付近の田面上の中央部に堆積土が無く、田面縁に僅かに堆

積土が見られる程度である。

表2-1 粒度試験結果
(北陸自動車道とスーパーmaruiおよび
与板中之島県道で囲まれた水田面の堆積土)

土の粒度試験 (粒径加積曲線)

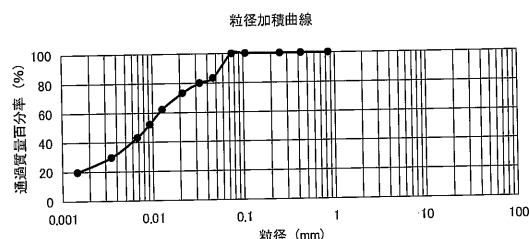
調査件名 北陸自動車道とmaruiおよび与板中之島県道に

試験年月日 2004年10月15日

囲まれた水田面上の堆積土

試験者 中野俊郎・稲葉一成

試料番号 北陸自動車道とmaruiおよび与板中之島県道に (深さ) 囲まれた水田面上の堆積土							
粒径mm	通過質量百分率%	粒径mm	通過質量百分率%	種類分 %			
75		75		中砂分 %	0		
53		53		細砂分 %	0		
37.5		37.5		中砂分 %	0.0		
26.5		26.5		細砂分 %	0.0		
19		19		シルト分 %	0.1		
9.5		9.5		シルト分 %	63.5		
4.75		4.75		粘土分 %	36.4		
2		2		2mmより大きい通過質量百分率 %	100		
0.85	100.0	0.85		475μmより大きい通過質量百分率 %	100.0		
0.425	100.0	0.425		75μmより大きい通過質量百分率 %	99.9		
0.25	100.0	0.25		最大粒径 mm	0.85		
0.106	100.0	0.106		80%粒径 D ₈₀ mm	0.013		
0.075	99.9	0.075		50%粒径 D ₅₀ mm	0.0035		
0.04602	83.3			10%粒径 D ₁₀ mm	0.0001		
0.03292	80.0			均等係数 U _c	130		
0.02129	73.3			曲率係数 U _c	9.423076923		
0.01273	62.1			土粒子の密度 ρ _s g/cm ³	2.630		
0.00827	52.0			使用した分散剤	ヘキサメチル酸水溶液		
0.00672	43.1			溶液濃度、溶液添加量	10ml		
0.00348	29.7						
0.00146	19.7						



Ⅲ 八丁潟の堆積状況

1. 猿橋川破堤箇所の土砂堆積状況

破堤には至らなかったが堤防の天場の地盤高が低い箇所では僅かに越流した。破堤箇所も低く、浦瀬川が合流する直下流部での合流点では破堤せず、堤防高さの低い箇所から越流して、砂礫が流出している（図3-1）。砂礫が堆積した範囲は堤防方向50m、直角方向200mで、浦瀬川底の堆積砂礫が運搬されたと推定される。礫よりも限界掃流力が小さい力で運搬されるシルトは、広範囲に堆積している（図3-2）（表3-1）。

浦瀬川上流から一気に流出運搬された礫なのか、浦瀬川底に堆積していた礫なのかは不明だが、浦瀬川から供給された礫が猿橋川に運搬されたと推定される。浦瀬川が猿橋川に合流する地点から、500m下流の左岸堤防が決壊した。流出して堆積した砂礫の乾燥土体積量は、実容積試験から土体積割合が30%であることから1297 m^3 である。シルトや粘性土が堆積した範囲は広く、乾燥土体積量は4690 m^3 である。破堤箇所天場標高が60cmほど低いために、合流地点から最も近い標高の低い箇所で破堤した。合流地点では破堤していないことから、猿橋川天場の低い箇所を嵩上げする必要がある。

約7日間も八丁潟に懸濁水が湛水していたが、八丁潟に設置されている排水機場の吐き出し出口が田面下3mに低く設計されていたためと、細粒土を大量に堆積させなかった効果があると考えられる。



図3-1 稚児清水川破堤箇所



図3-2 八丁潟の堆積状況

2. 浦瀬川右岸の土砂堆積状態

猿橋川との合流地点より上流側の浦瀬川の400mにわたる範囲で、越流した土砂が右岸側の田面上に堆積した。堆積砂厚さは20～50cmで、浦瀬川沿いの水田だけの小範囲にとどまっている。堆積土砂量は、10m³と推定する。

※浦瀬川の河川堤防と生命財産防護のためのダム構築の提案

特に、浦瀬川上流部が豪雨により斜面崩壊した箇所が多く、急斜面の河床に残堆土も多い。浦瀬町を流下する河床幅が極めて狭く数軒が流下泥水の直撃を受けて破壊されていることから、流域住民の命や家屋を守るためには、スリットダムなどのより環境にやさしい砂防堰堤を構築する必要がある。

浦瀬川が浦瀬町市外中心にある浦瀬小学校から猿橋川合流点に至る河川堤防は、合流点付近で越流しているだけである。浦瀬川の上流部の狭隘地形では斜面崩壊のため流出土砂が多く堆積しており、強い降雨量で泥流発生が起こる危険性が高い。袋に砂を詰めた堤が応急的に設置されているが、浦瀬川の川幅が狭いため人的被害や建物被害の危険性が高く恒久的で環境を配慮したスリットダム等の構築の必要性が高い。

3. 浦加桂川からの運搬土砂堆積状態

浦瀬町から見付市に至る国道325号線沿線住民や小学校長の話からは、国道を厚さ20cmもの山側からの流下水があり危険であるため、児童を引き取りに来るように連絡し合ったことが伺われる。一時に豪雨に見舞われたために山からの大量の出水があり、山から運搬された砂やシルトが校グラウンドに厚さ20cmに堆積した。児童教育面から長岡市が堆積土砂1400m³を運搬・排出した。含水比や乾燥土の実容積割合が不明なので、正確な乾燥土体積量は不明である。桂小学校から標高の低い八丁湯方向の水田に湛水した。しかし山側に残存する旧小学校グラウンドにも、浦加桂川から供給された土砂が堆積した。

4. 田井町・山崎町・鳥屋脇町・熱田町の運搬土砂堆積状態

田井小学校男子教諭から当時の様子を伺った土砂

崩壊箇所を調査するが、山崎町、鳥屋脇町、熱田町の水田面上に土砂は堆積していない。

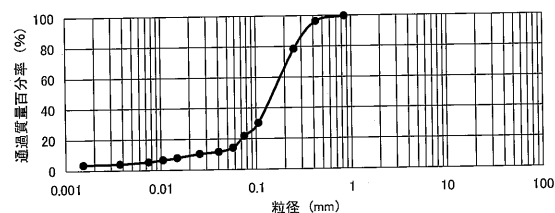
表3-1 粒度試験結果

土の粒度試験 (粒径加積曲線)

調査件名 猿橋川破堤箇所から200m地点 試験年月日 2004年10月10日
試験者 中野俊郎・稲葉一成

試験番号 (深さ)	粒径mm	通過質量百分率%	粒径mm	通過質量百分率%	粗砂分 %	
0	75		75		粗砂分 %	0
53	53		53		中砂分 %	0
37.5	37.5		37.5		細砂分 %	0
26.5	26.5		26.5		粗砂分 %	0.3
19	19		19		中砂分 %	21.3
9.5	9.5		9.5		細砂分 %	56.6
4.75	4.75		4.75		シルト分 %	17.1
2	2		2		粘土分 %	4.7
0.85	99.7	0.85	0.85		2mmふるい通過質量百分率 %	100
0.425	96.4	0.425	0.425		425μmふるい通過質量百分率 %	95.4
0.25	78.3	0.25	0.25		75μmふるい通過質量百分率 %	21.9
0.106	30.3	0.106	0.106		最大粒径 D _{max} mm	0.85
0.075	21.8	0.075	0.075		60%粗率 D ₆₀ mm	0.18
0.05667	14.2				50%粗率 D ₅₀ mm	0.15
0.04028	11.7				30%粗率 D ₃₀ mm	0.11
0.0254	10.4				10%粗率 D ₁₀ mm	0.025
0.01482	7.9				均等係数 U _c	2.2
0.01051	6.6				曲率係数 U _s	2.7
0.00745	5.3				土粒子の密度 ρ _s g/cm ³	2.640
0.00373	4.1				使用した分散剤	ヘキサメチリン酸水溶液
0.00153	3.6				溶液濃度、溶液添加量	10ml

粒径加積曲線

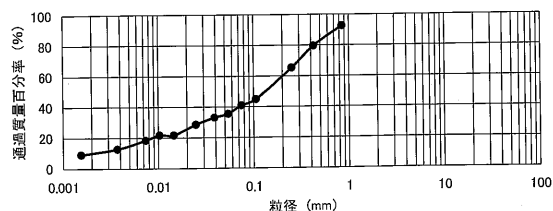


土の粒度試験 (粒径加積曲線)

調査件名 猿橋川破堤50m地点 試験年月日 2004.12.15
試験者 中野俊郎・稲葉一成

試験番号 (深さ)	粒径mm	通過質量百分率%	粒径mm	通過質量百分率%	粗砂分 %	
0	75		75		粗砂分 %	0
53	53		53		中砂分 %	0
37.5	37.5		37.5		細砂分 %	0
26.5	26.5		26.5		粗砂分 %	7.5
19	19		19		中砂分 %	27.1
9.5	9.5		9.5		細砂分 %	24.3
4.75	4.75		4.75		シルト分 %	25.5
2	2		2		粘土分 %	15.8
0.85	92.5	0.85	0.85		2mmふるい通過質量百分率 %	100
0.425	79.5	0.425	0.425		425μmふるい通過質量百分率 %	79.5
0.25	65.4	0.25	0.25		75μmふるい通過質量百分率 %	41.1
0.106	44.9	0.106	0.106		最大粒径 D _{max} mm	0.85
0.075	41.1	0.075	0.075		60%粗率 D ₆₀ mm	0.2
0.05667	35.4				50%粗率 D ₅₀ mm	0.13
0.04028	33.2				30%粗率 D ₃₀ mm	0.028
0.0254	28.6				10%粗率 D ₁₀ mm	0.0015
0.01482	21.8				均等係数 U _c	1.33
0.01051	21.8				曲率係数 U _s	2.6
0.00745	18.4				土粒子の密度 ρ _s g/cm ³	2.640
0.00373	12.7				使用した分散剤	ヘキサメチリン酸水溶液
0.00154	9.1				溶液濃度、溶液添加量	10ml

粒径加積曲線



5. 八丁潟の運搬土砂堆積状況

八丁潟と称されていて地盤が低く古くからよく湛水した。湛水を迅速に排除するために、田面下3mに田面の排水機場が設置されているが、今回の水害では、田面に湛水下懸濁液中の細粒分である浮遊する粘土を迅速に完全に排除させるには至っていない。猿橋川破堤箇所40mに構築されている幅3m深さ3mのコンクリート製の排水路内には堆積土砂は極めて少ない。破堤して流出した砂礫が、満流状態にあった排水路水面上を勢い良く砂礫が一気に水田に流込んだことを、現していると考えられる。

※猿橋川の河川堤防と八丁潟の湛水排除について

破堤箇所上部の猿橋川で小規模に越流した箇所の堤防の標高が低くなっているせいであるが、越流した流出土砂量は少ない。猿橋川堤防が低くなっている箇所の嵩上げが必要である。猿橋川上流からの流出土砂量も流出水量も少なかったが、浦瀬川からの流出土砂量も流出水量が多いために、合流地点で破堤したと考えられる。

八丁潟の湛水の迅速排除のために、田面下3mの排水ポンプの揚水口が設置されていて、近傍田面に堆積土厚さは薄くなっているが、1週間も湛水を排除されなかったことと立ち枯れした稲をコンバインで刈取りすると稲全体が土でコーティングされコンバインの回転ドラムが磨耗する被害が出る等から今回は排水効果が認められないと推定される。暗渠の水閘の多くが破損されているが流水が見られるので、暗渠排水機能は生きている。9月末旬に稲刈り取り時のコンバインの走行性を確保するために、田面下に設置されている排水ポンプや排水系統機能を担う暗渠で湛水を排除し、その後の日照力で作土層の乾燥を図る。そうすることによって作土層の上に多量の水分を含んだシルトが堆積した作土層表面の乾燥を図ると共に、稲葉面からの蒸散力で稲根の根群域である耕盤層の乾燥を図る必要がある。