

◆ 水系の土砂管理特集 ◆

流砂系での土砂管理の考え方

反町雄二*

1. はじめに

我が国の国土の約7割を占める山地は、その地形は急峻であるとともに、活断層や破碎帯が多く分布することや、火山活動が活発であること等の要因のため山地の地質は侵食に対して極めて脆弱である。そのため、豪雨や地震等の営力によって山地では大量の土砂が高い頻度で生産される。生産された土砂は溪流に流入し、その後は重力や流水の作用によって移動や堆積といった不連続的な運動を繰り返し、河口から海へ流れ込んでいく。このように山地からの土砂が移動した結果、扇状地、沖積平野等の地形が形成されてきた。

ところが、我が国には社会・経済活動、日常生活を営む場としての土地が少ないとことから、土砂流出によって形成された地形面上においても土地利用の高度化が続き、人間社会の場と土砂移動の場の接点において、土砂に起因した深刻な災害が続いている。

そのような災害は山地流域、扇状地、平野、河口・海岸のようにあらゆる領域で発生している。山地流域での土砂問題には、山腹崩壊、土石流、地すべり等による災害、溪流への土砂流出による河床上昇とそれに伴う洪水土砂氾濫などがある。また、河川での土砂問題には、河床上昇による洪水氾濫、河床低下に伴う構造物の破損、そしてダム貯水池における堆砂などがある。さらに、河口、海岸での土砂問題には、過度の土砂流出による河口閉塞や過小の土砂流出による海岸侵食などがある。

従来、このような場合での土砂移動に対して、山地流域から海岸域に至る土砂移動の場を砂防、河川、ダム、海岸といった領域に区分し、それぞれの領域で個別に対応してきた。ところが、ダム貯水池における堆砂問題や海岸侵食等の土砂問題のように、各領域のみの対応では十分な効果が得られない場合もでてきた。例えば、ダム堆砂問題

については、堆積土砂の半分以上が粘土やシルトで占められているが、それらはウォッシュロードとして流出するので、流下過程での対応は難しく、土砂生産源での生産抑制がなされなければ、ダム堆砂問題の抜本的な解決はありえない。

一方、山地流域や河川、海岸は多様な種からなる動植物、水生昆虫等が生命を育む生態系の場でもあり、その発達や破壊には、生存基盤としての河床形態の変動が一つの支配的な要因となり得る。即ち、河床形態の生成場所、規模、保存期間、破壊時期は、上流での土砂生産、流入してくる土砂の量と粒径、水深、縦横断地形等の土砂・水理・地形要因が相互に深く関わっており、これらの諸要因の関係を明らかにしない限り、生態系の保全計画を立てることは困難である。

以上の問題を解決するためには、砂防、ダム、河川、海岸といった従来の個別の領域での対応では限界があり、上下流一体となった総合的な取り組みが不可欠である。そのため、近年では、山地流域から海岸に至る区間での一貫した土砂管理に対する社会的なニーズが高揚しつつある。本論では、これまでの土砂による問題を基に、流砂系における土砂管理のあり方と必要となる施策を概説する。さらに、全国での今後の土砂管理施策を促進させるための土木研究所の取り組み状況について紹介する。

本号は「水系の土砂管理」についての特集号として、砂防部では、「山地流域における土砂移動の実態-粒径別土砂収支の作成-」、河川部では、「自然河川の侵食速度予測の試み」、「水系土砂動態マップの作成と利用-涸沼川と江合川の事例から-」についての研究成果を別途、紹介する。

2. 我が国の土砂問題

土砂は山地流域での山腹斜面の崩壊や溪床堆積物の再移動、溪床・溪岸侵食に起因して発生し、溪流に入り、河道を通して、海岸漂砂域まで移動する。このような土砂移動の場を山地流域、河道、ダム、海岸といった領域に分割して、それぞれの

領域で生じている土砂問題を以下に紹介する。

2.1 山地流域

山地流域は、地形・地質・気象・火山・地震等の要因から土砂生産が活発な上に、異常気象の変化・土地利用の高度化も加わり、山腹斜面等からの土砂生産が続いている。また、土石流や地すべりが山麓部や溪流沿いの集落に氾濫し、人的にも物的にも大きな災害を発生させている。扇状地や谷底平野では、上流からの土砂の堆積によって河床が上昇し、洪水氾濫、渓岸崩壊等による災害が発生している。

2.2 ダム

建設省によれば、平成9年1月現在の総貯水容量176億m³に対して、総堆砂量12億m³であり、総貯水容量に占める堆砂量(全堆砂率)は6.9%、計画堆砂量に対して48.3%に達している^{1,2)}。このような堆砂の進行により一部の貯水池において、ダムの洪水調節機能が減じるといった影響、貯水池末端部での河床上昇による洪水氾濫の危険性、利水容量の減少、及び取水施設の機能低下等の問題が生じている。さらに、土砂の流下抑制により下流河道への影響も生じている。

2.3 河川

土砂流出の激しい河川では河床が上昇し、それに起因した氾濫が発生している。また、河川での砂利採取等によって河床が低下し、構造物の基礎洗掘や取水を行う上での支障が生じている所もある。

2.4 河口・海岸

明治～昭和53年の15年間における海岸の年平均侵食量は160haであり、昭和53年～平成4年の年平均72haに比べてかなり大きくなっている³⁾。河川からの供給土砂の減少や、海岸構造物の設置による漂砂の移動の影響など種々の要因が組み合わさって、海岸侵食が進んでいる。海岸が侵食されることによって、高潮や波浪等に対する防災効果が低下したり、海岸保全施設の防災効果も大きく低下する。さらに、海岸植生や海岸付近に生息する生物に対して影響が現れている。

3. 我が国での土砂問題への対策

従来、我が国では前述の土砂問題は、流砂域を砂防、ダム、河川、海岸といった事業領域に区分し、それぞれの保有する技術で対処してきた。各

領域での対策を以下に示す。

3.1 山地流域

山腹斜面では、土砂流出の防止や軽減を目的として植生を活用した山腹工を施工している。また、渓流と扇状地部では、大規模な出水時に運搬されてくる、下流に害を及ぼすような土砂を捕捉することを目的として、主に砂防ダムや遊砂地、砂防林等を設置している。また、平常時に流れてくる土砂は捕捉することなく流下することを目的として、近年ではスリットダム等の透過型砂防ダムを積極的に施工している。平成7年7月の長野県姫川流域での大災害のような下流域に壊滅的な土砂災害をもたらす危険のある大規模な出土砂の捕捉を主体としたスーパー暗渠砂防ダムと呼ばれる新たなタイプの砂防ダムも最近施工されるようになってきた。

3.2 ダム

ダム貯水池への土砂流入と堆砂の抑制を目的として、砂防ダムの施工、貯砂ダムの施工、排砂バイパストンネル、堆積土砂の浚渫、排砂管、排砂門、周辺の植栽、樹林帯の整備等を施工している。また、濁水の長期化への対策として選択取水を実施している。それに加えて排砂バイパスの設置によって濁水の流出を予防している。

3.3 河川

河床低下の顕著な河川では、護岸の安定性を確保するために堤防の保護または根固工、河床低下を防止するために床固工を施工している。また、砂利採取法によって河道からの砂利採取を規制している。一方、堆積傾向にある河川では、河道断面を確保するために河床の浚渫を行っている。

3.4 海岸

海岸侵食の防止を目的として、昭和30年代では直立堤、消波工、消波堤、突堤等を施工し、昭和40年代から離岸堤工法、人口リーフ、養浜、緩傾斜護岸等を施工している。近年では、ヘッドランドによる砂浜の安定化や養浜による砂浜の創出を実施している。

4. 土砂管理の目的とその視点

4.1 土砂管理の目的と「流砂系」という概念の導入

前述の森林を含む山地・山麓部、平野部、河口・海岸部等における堆積、侵食等の土砂に関わる環境面も含めた問題に対して自然との調和を図った

総合的な土砂管理の確立に向けた課題を解決するために、平成9年6月5日、建設大臣から河川審議会会長に対して諮問がなされた。その課題は河川審議会「総合土砂管理小委員会」(委員長：高橋保京都大学防災研究所教授)にて審議され、平成10年7月に中間報告がなされた。この報告の中では、土砂管理の目標は「土砂の移動による災害を防止し、生態系、景観等の河川・海岸環境を保全するとともに、河川・海岸を適正に利活用することにより豊かで活力ある社会を実現すること」であること、流域の源頭部から海岸までの一貫した土砂の運動領域を「流砂系」(図-1)という新たな概念でとらえる必要があること、が提唱されている。

4.2 総合的な土砂管理の視点

前述の土砂管理の目的を達成するためには、次の4つの視点から土砂管理を行う必要がある。1つ目は「場の連続性」である。これは流砂系一貫として土砂管理を行うことを意味している。2つ目は「時間の連続性」である。土砂が移動と堆積を繰り返して流れしていくという不連続性を考慮すれば、土砂管理は大規模な出水に加えて、中小出水時を含む平常時を考慮する必要がある。3つ目は「土砂の量と質(粒径)」である。土砂はその粒径によって移動する範囲が異なる。また、生態系の生存基盤である河床形態の形成には土砂の粒径が大きく影響を及ぼす。従って、土砂管理を行う際には、従来の土砂の量に加えて土砂の質(粒径)を考慮する必要がある。

4つ目は「水との関連」である。土砂は主に流

水の作用によって移動する。従って、土砂管理は水量との関連を考慮する必要がある。

5. 土砂管理に向けての施策

4.で説明した流砂系一貫とした土砂管理を行うためには、対策施設の効果を考慮した土砂移動を予測しなければならない。ところが、現状では流砂系内の土砂移動の実態が明らかになっていない上に、それを物理的に予測する技術は確立されていない。従って、それらを克服するために、次のことを実施する必要がある。

第一に、「流砂系における土砂移動の実態を把握すること」である。従来、流砂系における土砂移動の観測は、砂防、ダム、河川、海岸といった各事業領域においてなされてきており、それらを一貫して実施した事例はほとんどない。従って、同一の出水を対象として、流砂系内での土砂移動の実態を統一的に観測(モニタリング)することに、その動態を明らかにする必要がある。特に、計画規模の出水、中小規模の出水、を対象として、移動土砂の粒径別土砂量、移動時間、距離、土砂移動時の河床変動等、を明らかにする必要がある。第二に、「土砂問題への対策施設の効果を把握すること」と「それらを施工していくこと」である。具体的には、土砂を流す砂防の推進、流砂系内土砂再生化システムの構築、ダムにおける新たな土砂管理システムの確立等が挙げられる。土砂を流す砂防とは、中小出水時に流出してくる、下流に土砂問題を引き起こさない土砂を砂防ダム等の対策施設で捕捉せず、積極的に下流へ流す対策方法

である。なお、この対策方法は大出水時に流出してくる、下流に土砂問題を引き起こす土砂の捕捉を前提とする。また、流砂系内土砂再生化システムの構築とは、砂防ダム、床止め、ダム等の各種施設において堆積した土砂をその機能を損なわない範囲で除石し、それを養浜が必要な海岸や河床低下の激しい河川に供給する方法である。ダムにおける新たな土砂管理システムの構築とは、ダム貯水池での堆砂計画手法や対策施設の開発、既存ダムの土砂排出システムの整備、土砂移動を考慮し

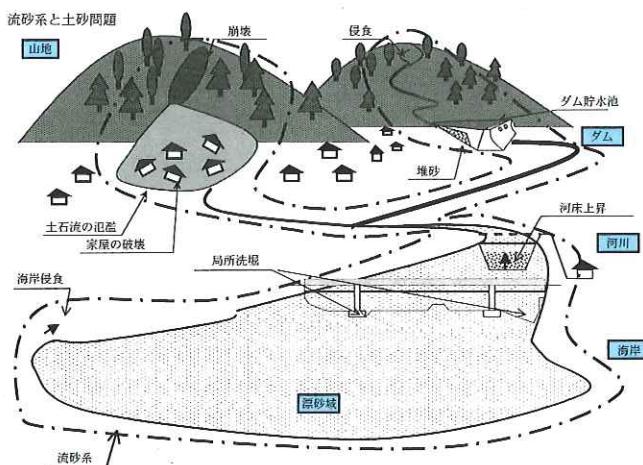


図-1 流砂系の概念図

たダム放流の検討と実施といった方法である。第三に、「河川構造物の適正な維持管理」である。河床低下により安全性が低下している護岸等の施設は取り付け護岸や護床工等の対策を講じる。第四に、「適正な砂利採取の推進」である。河道からの砂利採取は直接的に河床高の変化に影響を及ぼすことから、適正に行う必要がある。

6. 土木研究所の取り組み状況

前述の河川審議会での中間報告を受け、土木研究所では流砂系での土砂モニタリングを積極的に推進していくための準備を地方建設局との連携の下に鋭意進めている。

まず、所内に河川・環境・ダム・砂防部の部長および研究官をメンバーとする流域管理研究会を平成10年度に発足し、関係部が連携・協力してこの課題に取り組んでいる。具体的な研究作業については、「流砂系の総合的な土砂管理研究チーム(仮称)(チームリーダー：砂防部砂防技術総括研究官)」を設立した。この研究チームは、山腹斜面土砂移動研究班、山地河川土砂移動研究班、ダム区間土砂移動研究班、平地河川区間土砂移動研究班、漂砂域土砂移動研究班、河川環境研究班、生態環境研究班、から構成されている。これらの研究班が各領域での研究を重点的に推進し、その成果をもとに相互に密な情報交換を行うことによって、各成果を総合化し、流砂系での統一的な土砂移動機構を早急に解明する予定である。さらに土木研究所において「土砂移動モニタリングガイドライン(案)」の原案を作成し、地方建設局の意見を取り入れ、現在具体的なモニタリング手法、新たな測定手法(特に、土砂移動時の河床変動計測)を検討している段階である。今後、本ガイドライン(案)を基に、幾つかのモデル流砂系において精

度の高い土砂モニタリングを早急に開始する予定である。また、土木研究所では土砂モニタリングを効果的に実施していくために、建設省河川局との連携の下に、河川・ダム・砂防の各部が平成11年度建設省技術研究会指定課題としており、例えば「流砂系における土砂移動実態に関する研究」は、既往観測資料、現地観測により流砂系での土砂移動実態を明らかにすることを目的として平成11~13年度にかけて鋭意実施していく予定であり、①既往観測資料の整理に基づく、流砂系一貫とした土砂移動実態の把握、②出水中、及び、一定期間での土砂移動モニタリング手法(現地観測手法)の開発、③現地観測に基づく、流砂系一貫とした土砂移動実態の把握等、を行うこととしている。

7. おわりに

我が国における土砂問題を基に、今後の土砂管理の考え方と施策、土木研究所の取り組み状況について述べてきた。

流砂系一貫とした土砂管理を行うための第一歩として、実際の流砂系において土砂移動を観測し、その結果に基づいた解析を行うことを考えている。そして、それらの観測結果に基づいた土砂移動の予知予測手法を開発し、流砂系一貫とした土砂管理の策定手法を開発していく予定である。

参考文献

- 建設省河川局開発課、建設省土木研究所水工水源研究室：ダム貯水池の土砂管理に関する研究、第51回建設省技術研究会報告(財)土木研究センター,pp.11-1~pp.11-18,1997.
- 河川審議会総合政策委員会総合土砂管理小委員会：「流砂系の総合的な土砂管理に向けて」報告,1998.
- 田中茂信、小荒井衛、深沢満：地形図の比較による全国の海岸線変化、海岸工学論文集、第40巻,p.418,1993.

反町雄二*



建設省土木研究所砂防部
砂防技術総括研究官
Yuji SORIMACHI