

十津川流域の侵食と流砂

京都大学 防災研究所 諏訪 浩

十津川は北山川と合流して熊野川となり、新宮で熊野灘に至る。河口から北東へとつづく七里御浜の砂浜が近年やせ細ってきて、漁業に不都合が生じたり、アカウミガメの産卵適地が減少したり、台風による強い波浪で防波堤が決壊したりというような災害や問題につながっている。その原因として、熊野川河口の鵜殿港の拡張や、ダム建設、砂利採取などの影響が考えられる。このような問題は様々な現象が関係し、現象の間に相互作用が働いたりするので、原因を定量的に議論することは必ずしも容易でない。熊野川の流砂を議論するには全流域を対象とする必要があるが、ここではその手始めとして、十津川流域をとり上げる。

明治 22 年十津川崩壊災害 1889 年、十津川流域は未曾有の豪雨にみまわれ、崩壊が多発して大災害となった。その様子は吉野郡水災誌(1891)の調査報告や、小出(1955)、瀬尾(1977)、平野ほか(1984, 1987)などに詳しい。雨台風による豪雨で崩壊が無数に起こり、縦横がそれぞれ 90m を越えるような規模が大きな崩壊がおよそ 1200 箇所を数え、大規模崩壊が河道を閉塞して天然ダムを形成したものは 53 箇所に達した。新潮を生じた崩壊の体積は 1 箇所あたり 10^6m^3 から 10^7m^3 の桁の規模である。被害は十津川流域にとどまらず、天然ダムがつぎつぎ決壊したため、洪水被害が下流に及び、新宮でも大災害となっている。

崩壊による削剥量 田畑ら(2001)は、この十津川災害で天然ダムを形成した崩壊の移動土塊体積を求めている。53 崩壊のうち 27 箇所で位置が特定され、体積が求められた。総体積は $200 \times 10^6\text{m}^3$ となる。十津川の流域面積 $1,020\text{km}^2$ で除すと、削剥高(平均侵食深) 196mm を得る。移動土塊体積のデータのうち、土砂の移動形式が土石流と推定されるものが半数近くにのぼる。そこで、移動形式が崩壊・地すべりであるものに限定すると、合計は $91.6 \times 10^6\text{m}^3$ であり、削剥高に換算すると 90mm である。

土砂流出高 十津川流域には主として発電を目的とするダムが建設されている。1937 年九尾^{こつぎ}ダムが、

1940 年にはその上流に川道^{かわみち}ダム、1957 年に九尾ダムの下流に猿谷ダム、1960 年にはその下流に風屋ダムと、さらに下流に二津野^{ふたつの}ダムがそれぞれ竣工している。また、風屋ダムの集水域には 1980 年に奥吉野揚水発電所の瀬戸ダムと旭ダムが竣工している。

これらのうち猿谷、風屋、二津野の三つのダムの位置を図 1 に示し、それぞれのダム堆砂量の推移を図 2 に示す。ここで集砂域という言葉を用いる。集砂域とは、集水面積から上流ダムの集水域を除いた面積と定義する。堆砂量を集砂域の面積で除すと、集砂域からの土砂流出高を得る。これらの値を 12 年間ないし 18 年間の平均値として表 1 に示す。

堆砂量の大小は集砂域面積の大きさにおおむね対応していることがわかる。データの覆う期間を 1985 年までの前期間と 1985 年以降の後期間に分けて得られる土砂流出高を比較すると、三つのダムとも後期間で値が小さい。貝塚爽平(1969)によると、風屋ダムでは 1960 年の竣工後 4 年間の年平均堆砂量は $1,118\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ である。すなわち風屋ダムへの年平均土砂流出高は $1.11\text{mm}/\text{年}$ であったことがわかる。この値も考慮すると、土砂流出高は減少傾向にあるとの確信を強める。

表 1 では、三つのダムの堆砂データの期間が同一でない。共通の期間として 1973 年から 1998 年までの 25 年間をとりあげて、三つのダムの総集砂域(三つの集砂域の和)からの土砂流出高を求めると、 $0.61\text{mm}/\text{年}$ となる。ちなみに、三つのダムの集砂域の合計は二津野ダムより上流の総集水面積の 83.4% である。

削剥速度と地震 豪雨の度に、また地震の度に山が緩むといわれる。兵庫県南部地震の例を見るまでもなく、強震にさらされると、その地震で崩れなくても、斜面の部位によっては亀裂が多数入り、著しく不安定になることはよく知られている。90 年ないし 150 年間隔でくり返すという南海、東南海地震は、1889 年十津川災害の時のような大規模崩壊の素因形成にどのような影響を及ぼすのか。削剥速度を $1\text{mm}/\text{年}$ とすると、1889 年十津川災害の時の削剥量

90mm ないし 200mm は 90 年ないし 200 年分の削剥に相当することになる。この時間長と、南海、東南海地震の繰り返し間隔とがあまり違わない。単なる偶然か。海溝型地震は周期的に起こるが、それに比べると豪雨の規模も出現も著しく不規則だ。周期的にくり返す海溝型地震の揺れや、さらに高頻度で起こる内陸直下型地震の揺れが、1889 年十津川災害の時のような豪雨による大規模崩壊の素因にどのような影響を及ぼすのか。今後の課題である。

引用文献 平野昌繁・諏訪 浩ほか(1984)京都大防災研年報, 27B-1, 369-386.; 貝塚爽平(1969)西村

嘉助編「自然地理学Ⅱ」, 朝倉書店, 164-192.; 建設省紀南工事事務所(1999)熊野川河床調査委員会資料; 小出 博(1955)日本の地すべり, 東洋経済新聞社, 259p.; 瀬尾克美(1977)新砂防 (砂防学会誌), 30(2) (通巻 105), 11-15.; 田畑茂清・井上公夫ほか(2001)砂防学会誌, 53(6), 66-76.; 宇智吉野郡役所(1891)吉野郡水災誌, 全十一巻。

図1 熊野川流域の水系図。破線で流域境界を、矩形の印で三つのダムの位置を示す。西側の流域が十津川、東側が北山川である。

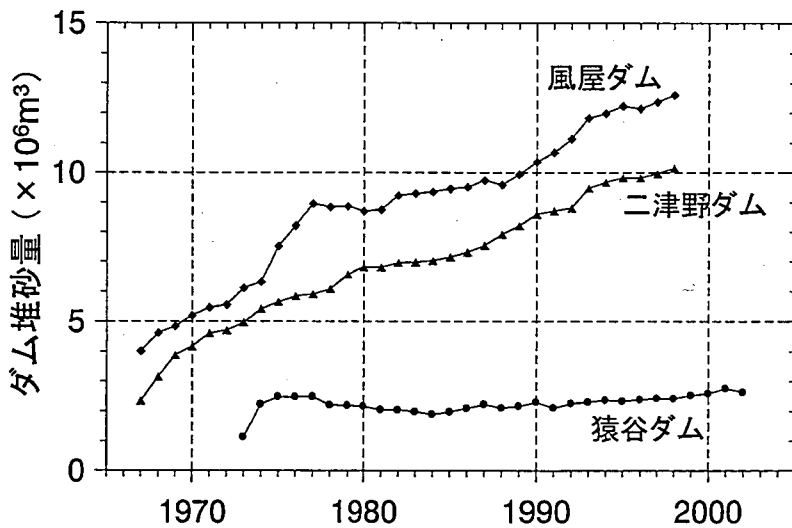


図2 ダム貯水池堆砂量の累積値の推移。猿谷ダムは国土交通省紀ノ川ダム統合管理事務所提供の資料に、風屋ダムと二津野ダムは建設省紀南工事事務所(1999)に基づく。

表1 ダム貯水池堆砂量と年平均土砂流出高

	期間	堆砂量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	土砂流出高 (mm/年)	土砂流出高 (mm/年)	集水域 (km^2)	集砂域 (km^2)
猿谷ダム	1973~1985	0.83	0.84	0.62	212	83
	1985~2002	0.66	0.47			
風屋ダム	1967~1985	5.45	0.70	0.64	684	432
	1985~1998	3.15	0.56			
二津野ダム	1967~1985	4.80	0.79	0.75	1019	335
	1985~1998	3.01	0.69			