

揖斐川水系津屋川の堆積速度とその影響要因

田代 喬（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）

陀安一郎（人間文化研究機構総合地球環境学研究所研究基盤国際センター）

はじめに：濃尾平野は、濃尾傾動地塊運動に伴って生じた東高西低の沈降盆地において、木曾・長良・揖斐の木曾三川が運搬・堆積する土砂が広く氾濫平野を形成してきた。西縁地域には急峻な養老山地東麓に小規模な土石流扇状地が多数分布し、豊富な地下水を伴う特異的な堆積環境を呈する。当該地域における長期的な堆積過程は、地震に伴う崩壊や土石流などの大規模地盤変状などを対象に、ボーリング試料を用いて分析されてきた（例えば、堀ほか、地質学雑誌 125：73-85, 2019）。

本研究は、近代以降の濃尾平野西縁地域における堆積環境に着目し、過去から存続する水域の水底堆積物を分析することにより、洪水氾濫や河川／砂防整備、土地改変などによる累積的影響を明らかにすることを目的とする。なお、本報は、田代・陀安（2022）河川技術論文 28：25-30 の一部を編集し報告するものである。調査・分析は、国土交通省河川砂防技術研究開発公募・地域課題分野（河川生態）（代表：森誠一）の一環として着手し、総合地球環境学研究所の同位体環境学共同研究事業、ならびに、河川財団の河川基金助成事業の支援を受けて実施した。

材料と方法：対象河川は、濃尾平野西端に位置し岐阜県養老町・海津市を流れる揖斐川水系津屋川（流域面積 71.2 km²，幹線流路延長 12.6 km）である。津屋川は「養老の滝」に源を発し、急峻で脆い養老山地に沿って流れ、その過程において周辺の河間（泉）との接続が見られるなど、湧水が多く流入する。右岸（西）側には堤防が無く、養老山地の崖錐地形に起因する複数の小規模扇状地の扇端部と近接する一方、左岸（東）側には堤防が築かれ、かつての輪中地帯であった低平地と隣接している。

旧版地図（国土地理院，1891～2015 年測量）を参照し、津屋川本川に接続し過去百年以上にわたって存続する水域を抽出し、揖斐川合流点から約 8.3 km 上流に位置する池状水域を調査地として選定した。水底堆積物の採取と分析については、「湖沼近過去調査法」（占部編，2014）に掲載の採取・処理方法、ならびに、年代決定法にしたがった。すなわち、調査水域ではアクリルパイプにより 50 cm 長（5.4 cm 径）の底泥コアを採取し（2020 年 1 月 17 日実施）、持ち帰った柱状試料は一定層厚（ここでは 14 mm 厚）に切り分け、湿潤密度と乾燥状態での密度（以下、乾燥かさ密度）を計測した。続いて、乾燥させた各深度の検体は粉末状態にすり潰し、バイアル瓶内に一定高さ（20 mm 厚）で最密充填した状態で、粉末粒子から放出される ²²²Rn とその後の壊変で生じる ²¹⁴Pb, ²¹⁰Pb の間が放射平衡に達するまで約 1 カ月間封入した後、 γ 線スペクトロメーター（SEIKO EG&G 社、MCA7700）で分析した。大気中や底泥中で常に供給される Pb-210 が、水底に取り込まれた（大気と隔絶された）後で大気由来分のみが壊変される過程（半減期は 22.3 年）、ならびに、大規模核実験（1963 年がピーク）や原発事故などに対して応答する Cs-137 のピークに着目することにより、ある深度の検体の堆積時点が推定できる。

土砂の堆積（流入）に対する影響要因については、堆積速度の推定年代における水害、河川・砂防施設の改修履歴を抽出するため、各種文献（養老町・郷土の大水害，1962；岐阜県・昭和 34・35・36 年連年災害復興誌，1965；木村・安江・岐阜大農研報 43：65-73，1981；南濃町・南濃町史・通史編，1983；養老町教育委員会・郷土の治水，1991；建設省中部地方整備局・木曾三川治水百年のあゆみ，1995；岐阜県・木曾川水系津屋川圏域河川整備計画，2001）から、近代以降の津屋川における水害／改修履歴を抽出・整理した。また、上記でカバーできない年代は、水害統計調査（国土交通省，各年）により補完を試みた。

結果と考察： γ 線測定により得られた、各深度における全 ^{210}Pb 、 ^{214}Pb と ^{137}Cs の各比放射能[Bq/g]を図 1 に示す。堆積物中の積算重量深度が大きくなるほど、22.3 年の半減期を有する ^{210}Pb 比放射能が減少している一方、(堆積物由来で) ^{226}Ra 起源の ^{210}Pb (supported ^{210}Pb) と同じ比放射能を呈する ^{214}Pb 比放射能は深度による大きな変化がないことが確認された。また、 ^{137}Cs 比放射能については複数の明瞭なピークを有することが確認された。 ^{137}Cs の比放射能に関しては既往研究 (例えば、Fujiwara: *Bull. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci.*, 85-115, 2011) を参照すると、重量堆積深度 17.3 g/cm^2 のピークは核実験による大気降下が最大だった 1963 年、同 5.3 g/cm^2 のそれはチェルノブイリ原発の事故による 1986 年、同 3.9 g/cm^2 のそれは黄砂飛来による 2002 年と考えられた。ここで示した ^{210}Pb 、 ^{214}Pb の比放射能をもとに、 ^{210}Pb 法の CRS (Constant Rate of Supply) モデルを適用して得られた重量堆積速度の経年変化を図 2 に示す。各年代を通じた 0.49 $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ の平均堆積速度は、日本のほとんどの湖での観測値 (金井・井内. 地質調査研究報告 67(3): 67-80, 1983; 金井ほか. 地質調査所月報 46: 225-238, 1995) よりも大きかった。堆積速度の経年変化を見ると、1979、1981、1983、1974、1965、1982、1986 年における堆積速度は平均値を上回り、2017 年のそれは前後の年より大きくなった。このうち、1965、1974、2017 年に得られた 3 つのピークは、過去の水害履歴とそれぞれ対応し、1965 年は 9 月の台風第 23 号による農作物被害 (南濃町, 1983)、1974 年は豪雨に伴う養老山地からの土石流出被害 (建設省中部地方整備局, 1995) であり、2017 年は調査で確認された氾濫 (田代・片貝. 河川技術論文集 27: 229-234, 2021) に起因するものと考えられる。以上から、本研究で推定した堆積速度は、1970 年代までの地史に記録された水害の一部を反映していることが確認された。

さらに、水害統計データと津屋川の水系図 (岐阜県, 2001) を参照し、調査地上流の水害履歴を抽出して得られた、河川・砂防・道路に関する公共土木施設被害額 (平成 23 年の貨幣価値に換算) と水害区域面積の経年変化を図 3 に示す。1974、1975、1983、1985 年は施設被害、1976 年には水害区域面積が大きくなるなど、1970~80 年代にかけて被害が大きかった。当地における砂防整備は、1883 年から始まり 1960 年代までにはほぼ現況のように配置された一方 (木村・安江, 1981)、施設被害の 78% が砂防施設であったことを踏まえるに、1970~80 年代の被害は新たな砂防施設の整備に起因するものと考えられる。よって 1970~80 年代に堆積速度が大きくなった要因は、豪雨に伴って土砂が流入したことと、それに伴って被害が生じた砂防施設に対し、事後に復旧工事が行われたことによる可能性が示唆された。

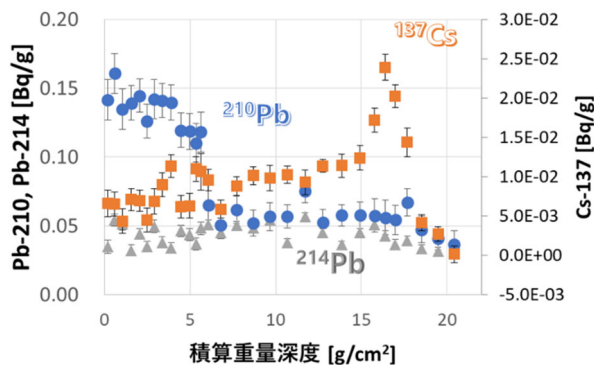


図 1 底泥中の ^{210}Pb 、 ^{214}Pb 、 ^{137}Cs の比放射能の分布

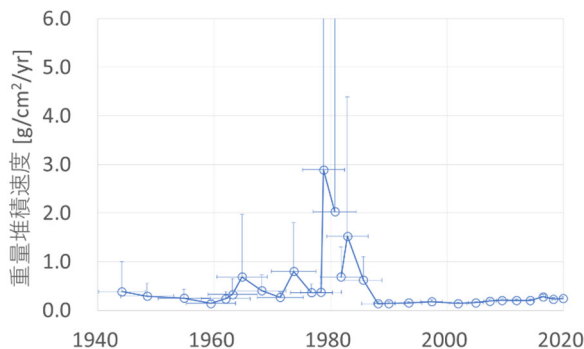


図 2 CRS モデルで推定された重量堆積速度の経年変化

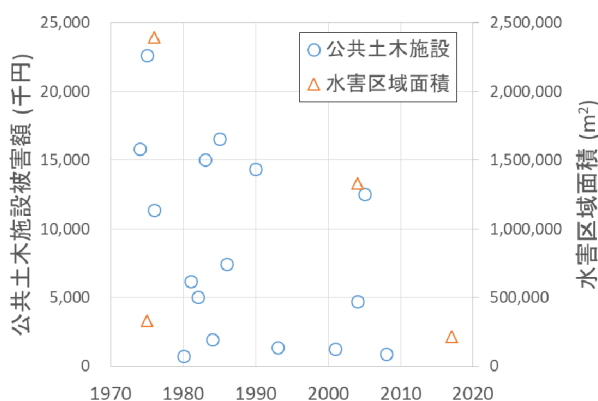


図 3 調査地上流で生じた水害による公共土木施設被害と区域面積の経年変化 (データ出典: 水害統計調査)