

別子銅山が森林の貯留能に与えた影響に関する研究

徳島大学大学院 学生員 大島 康平
 徳島大学大学院 正 員 田村 隆雄

はじめに：富郷ダム流域の森林の貯留能は小さいという推測¹⁾がある。富郷ダム流域では過去に住友家が別子銅山を操業していた。その操業に伴って行われた伐採や植林によって、流域の植生が変化したり、降雨により土壌が流失する等、銅山付近の山林は大きな影響を受けており、そのことが他の吉野川流域の貯留高（降雨が土壌中に貯留される量）との違いに影響しているのではないかと考える。本研究では、別子銅山の影響を大きく受けたであろう富郷ダム流域を対象に流出解析を行い、そこで求められたモデルパラメータを元に富郷ダム流域の貯留高の特性を考察し、銅山による伐採とその後の植林が流域の貯留能に与えた影響について考察する。

解析対象流域概要：解析対象流域は富郷ダム流域である。図1は富郷ダム流域内における別子銅山の位置と鉱山備林の範囲を示したものである。流域の大部分が銅山備林（鉱山用の木材の伐採や植林を目的とした地域）であり、流域の半分以上が伐採・植林をされていたことが分かる。地質は流域全域が三波川帯となっている。

別子銅山：別子銅山は吉野川支流銅山川の左岸の山中にあって、1690年に発見され、以後1973年まで約280年間にわたり採掘精錬を行っていた銅山である。現在は様々な樹種が育つ山だが、1890年代には禿山であった。同年代後半から住友グループにより植林・復旧造林が本格的に開始され、植生が回復した。

使用モデル：分布型流出モデルを用いて解析を行った。斜面の雨水浸透・流出計算には地表面流分離直列二段タンクモデルを用い、河道の合流・流下計算には修正 Muskingum-Cunge 法を用いた¹⁾。

解析結果：流出解析するにあたって富郷ダム流域を図1のように7つの斜面部（サブ流域）と3つの河道区間からなる分布型流出モデルで表現した（1番から7番は斜面番号）。このモデルに2004年台風23号を適用し、モデルのパラメータ同定を行った。再現性は図2に示すように良好である。同定されたモデルパラメータを利用して過去の研究により推定された他流域の貯留高¹⁾と比較を行うため、過去の研究で用いられた2004年台風23号早明浦降雨を適用して貯留高の推定を行った。そこで得られた流域最大貯留高（タンクモデルで推算される洪水時の最大貯留高から計算開始時刻の貯留高を除いたもの、早い中間貯留高、遅い中間貯留高、地下水貯留高で表される、図3参照）を図4と図5に示した。図4は富郷ダム流域における各斜面ごとの流域最大貯留高と植林が開始された年を示した図であり、図5は富郷ダム流域と、同じ三波川帯を地質に持つ吉野川流域の他の流域の貯留高を比較した図である。

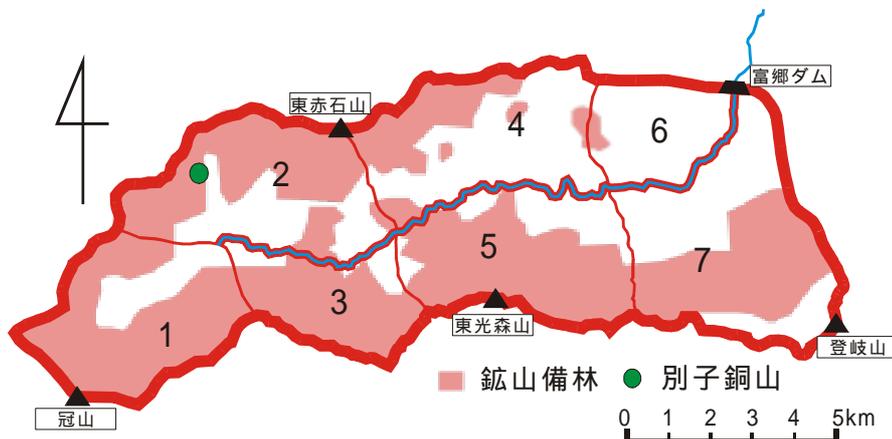


図1 鉱山備林の分布と流域の分割

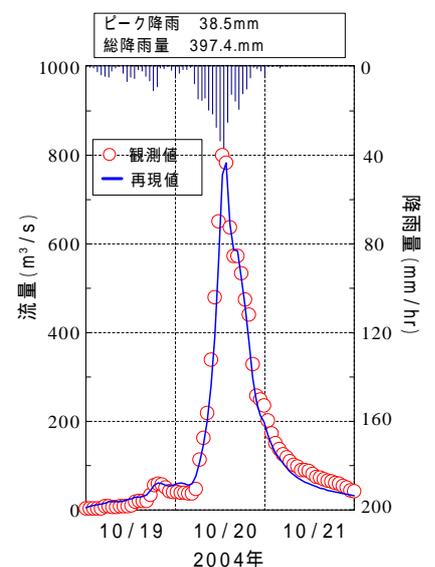


図2 ハイドログラフの再現性

貯留能に与えた影響に関する考察:シミュレーション結果から植林が早い時期から行われた場所では貯留高が高く、植林開始時期が遅かった場所では貯留高が低くなっているということが推測できた。このシミュレーション結果を図としたものが図4である。例えば、流域内で貯留高が最大の値となっている斜面番号4番は1899年という早い時期に植林されており、貯留高が最小の値となっている斜面番号2番では1915年に施業案(森林計画)が編成されている²⁾。このことから土壌の回復による貯留高の増加という植林の成果は現れてきており、住友家が行った植林が森林の貯留能に良い影響を与えたことが推測できる。

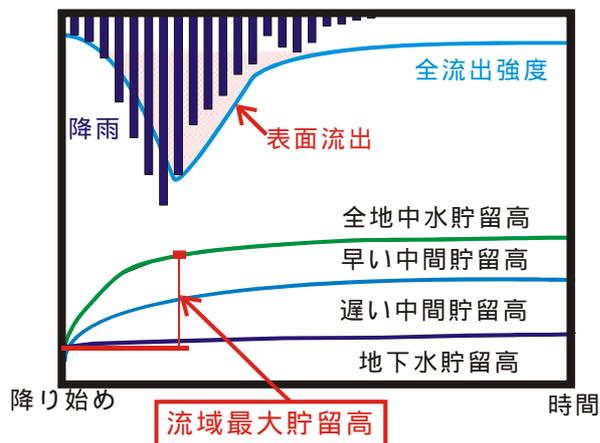


図3 流域最大貯留高の説明

図5から富郷ダム流域は吉野川流域三波川帯に属する他の流域と比べて貯留高が明らかに小さいというシミュレーション結果を得た。具体的には、吉野川流域三波川帯の流域最大貯留高の平均251.6mmに対して富郷ダム流域の流域最大貯留高は22.4mmであり、約10分の1という大きさになっている。このことから富郷ダム流域の土壌は他の流域と比べると荒廃していると推測できる。富郷ダム流域の貯留高が低い理由として、植林が開始されてから100年ほどしか経過していないということが挙げられる。禿山の土壌が形成されるまでの時間は、上層部が回復するのに100年、土壌全体では200~400年かかるとされている³⁾。このことから別子銅山は未だに土壌回復の途中であるため貯留高が他の流域と比べて小さいと推測できる。

まとめ:別子銅山が森林の貯留能に与えた影響として、山林の伐採が行われたことによって、流域の貯留能が小さくなっていることが推測できる。また、富郷ダム流域内の植林の早かった場所では貯留高が少し高くなっていることと、他の流域と比べると富郷ダム流域の貯留高は小さいことから、現在の富郷ダム流域の土壌はまだ回復途中であると推測できる。

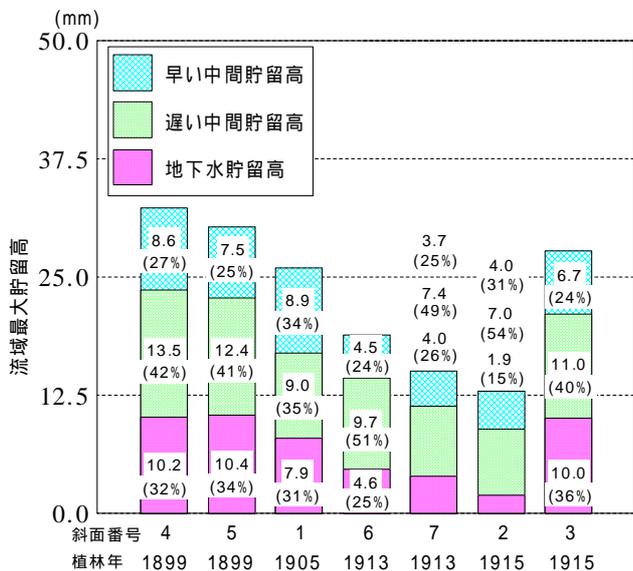


図4 富郷ダム流域の各斜面の最大貯留高と植林開始年

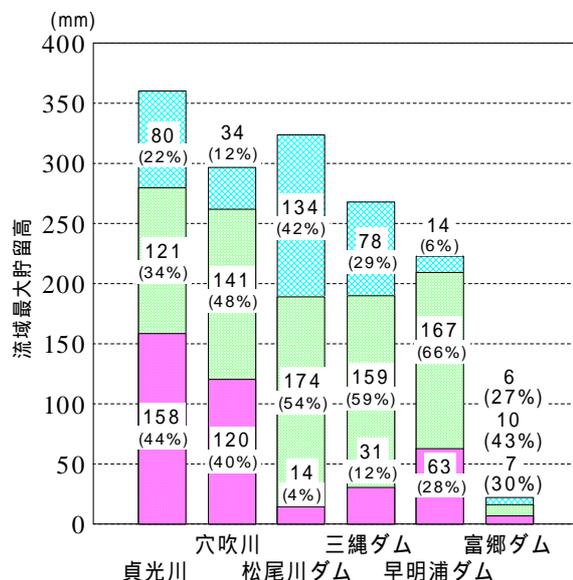


図5 吉野川流域(三波川帯)の最大貯留高とその内訳

参考文献

- 1) 田村隆雄, 岡部健士, 江尻雄三郎, 新名祐輔, 小河健一郎: 大規模斜面崩壊が発生した豪雨時における森林斜面の貯水高に関する考察, 水工学論文集, 第54巻, pp.511~516, 2010.
- 2) 住友林業株式会社: 住友林業社史(上巻), pp.125~134, 1999.
- 3) 塚本良則: 森林・水・土の保全 湿潤変動帯の水文地形学, 朝倉書店, pp.25~26, 1988.