

森林間伐と貯水施設による渇水被害軽減額の比較に関する考察

筑波大学大学院 学生会員 ○向田 隼
 筑波大学大学院 学生会員 有木 吾郎
 筑波大学 正会員 白川 直樹

1. 研究目的

現在、多くの日本の森林が、管理不足などの理由で荒廃している。そこで、森林間伐をどのように行っていくかということが重大な課題となっている。森林間伐を行うと、樹冠による遮断が減少し、より多くの雨水や日光が地表に届くようになる。すると、下層植生が回復することで浸透能力が上昇し、地下水涵養量が増加する。結果、河川流量が増加し、渇水被害軽減につながる。このような森林間伐の効果を正しく評価することで、森林間伐が見直され、森林管理の改善につながると考えられる。よって本研究では、渇水被害軽減効果を定量的に扱うために、渇水被害を代替法により貨幣換算し、渇水被害額として表した。また、森林間伐以外で渇水被害軽減効果を有するものとして、ダムなどの貯水施設が挙げられる。そこで本研究では、森林間伐と貯水施設による流況調整を仮想的に行い、渇水被害軽減額の比較をし、どちらがより効率的かを考察することを目的とした。

2. 研究手法

2.1. 対象都市の選定

本研究では、帯広市、八戸市、日立市、上越市、沼津市、加古川市、鳥取市、徳島市、佐賀市を対象に、渇水被害軽減額の算出を行った。対象となる都市（以下、対象都市）の選定の基準は、付近に一級河川が流れている人口 20 万人程度の中規模な都市であることとした。

2.2. 各対象都市における給水制限日数の算出

対象都市ごとに給水制限日数の算出を行うために、対象都市ごとに給水制限率の設定を行った。給水制限率とは、河川流量を供給量、10 年に 1 回の渇水流量を需要量とした時の不足率のことである。また、10 年に 1 回の渇水流量を基準渇水流量という。本研究では過去 30 年間分の流況データを用いた。流況データは、水

文水質データベース、あるいは雨量・流量年表データベースから収集した。

2.3 各対象都市における渇水被害額の算出

用水の種類ごとに生活用水被害額、業務営業用水被害額、工場用水被害額の 3 種類に分類し、被害額を算出した。それらを合計し、渇水被害額とした。各被害額の算定式を以下に示す。

$$D = D_l + D_b + D_i \quad (1)$$

$$D_l = \sum_S P \times u_d(S) \times d(S) \quad (2)$$

$$D_b = \sum_S G \times r_i(S) \times d(S) \quad (3)$$

$$D_i = \sum_S S \times Q_u \times u_w \times d(S) \quad (4)$$

ここに、 D ：渇水被害額（円）、 D_l ：生活用水被害額（円）、 D_b ：業務営業用水被害額（円）、 D_i ：工場用水被害額（円）、 P ：給水区域内の被害人口（人）、 S ：給水制限率（%）、 $u_d(S)$ ：1 人 1 日当たり被害額原単位（円/人・日）、 $d(S)$ ：給水制限日数（日）、 G ：給水区域内 1 日当たりの総生産額（円/日）、 $r_i(S)$ ：影響率（%）、 Q_u ：給水区域内 1 日当たり使用水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）、 u_w ：使用水量 1m^3 当たりの用水効果額単価（円/ m^3 ）である。 $u_d(S)$ 、 $r_i(S)$ 、 u_w については、厚生労働省の水道事業の費用対効果分析マニュアルの値を用いた。

2.4. 森林間伐による渇水被害軽減額の算出

間伐費用が間伐前の渇水被害額と等しくなるだけの面積で間伐を行ったと仮定した場合の、渇水被害軽減額を算出した。間伐費用は、10 年に 1 回の間伐を 30 年間行った場合の値を用いた。本数間伐率は約 50% であり、地層は堆積岩地層である。この条件で間伐を行った場合、渇水流量は約 2.18 倍増加するという結果が観測されている。本研究では、この値を全ての対象都市に適用して計算を行った。

2.5. 貯水施設による渇水被害軽減額の算出

ダムの放流量を仮想的に操作することにより河川の流量を調整し、渇水被害軽減額を算出した。対象としたダムは、帯広市の水道用水に最も影響を与えている

キーワード 渇水、貯水施設、森林間伐、渇水被害軽減額、経済評価

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻

TEL. 029-853-8268 E-mail : s1420935@u.tsukuba.ac.jp

札内川ダムとした。放流量の設定は表 1 に従った。σ は、6/29 の貯留量と制限貯留量との差分である。計算に用いたデータはダム諸量データベースより収集した。

3. 結果

3.1. 各対象都市における渇水被害額の算出

各対象都市における給水制限日数の算出を行った結果、給水制限日数の特徴により、図 1 に示すようなパターン A~C に分類された。パターン A には帯広市、沼津市、徳島市、佐賀市が分類され、低い給水制限率の日数が多い。パターン B には日立市、上越市、鳥取市が分類され、ほぼすべての給水制限率の日数が同程度である。パターン C には八戸市と加古川市が分類され、ほぼすべての給水制限率の日数が発生していて、なおかつ高い給水制限率の日数が多い。

3.2. 各対象都市における渇水被害額の算出

各都市における渇水被害額の算出結果を図 2 に示す。3.1 で述べた給水制限日数のパターンに応じて、渇水被害額にも特徴が見られた。パターン A の都市では渇水被害額は小さく、パターン C の都市では、渇水被害額が著しく大きくなった。

3.3. 森林間伐による渇水被害軽減額の算出

森林間伐による渇水被害軽減額の結果を表 2 に示す。森林間伐では全ての対象都市で渇水被害を軽減することができたが、八戸市、加古川市、鳥取市では、間伐面積が流域森林面積よりも大きくなってしまった。よって、間伐前の渇水被害額を全て軽減することはできないことがわかった。

4. 森林間伐と貯水施設による渇水被害軽減額の比較

森林間伐と貯水施設による単位増加貯留量当たりの渇水被害軽減額の比較を行った。今回は帯広市のみで比較した。貯水施設では、11.4%渇水を軽減することが

できた。それぞれの単位増加貯留量当たりの渇水被害軽減額は、森林間伐では 0.9 円/m³、貯水施設では 16.8 円/m³ となり、貯水施設の方が大きくなった。ただし、今回は貯水施設の建設費用は考慮していない。

表 1 ダム操作方法

	対象日	貯留量 (千 m ³)	追加放流量 (m ³ /s)
1	7/1~10/30	16846.4~17153.6	-2.1
2		17153.6 以上	0.07
3		16846.4 以下	-0.06
4	6/29		σ
5	上記以外	400 以上	0.15
6		400 以下	0

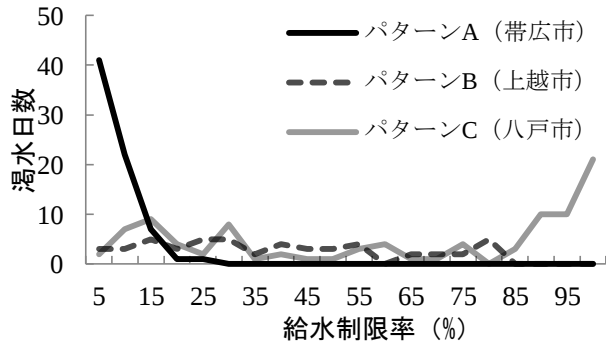


図 1 給水制限日数パターン

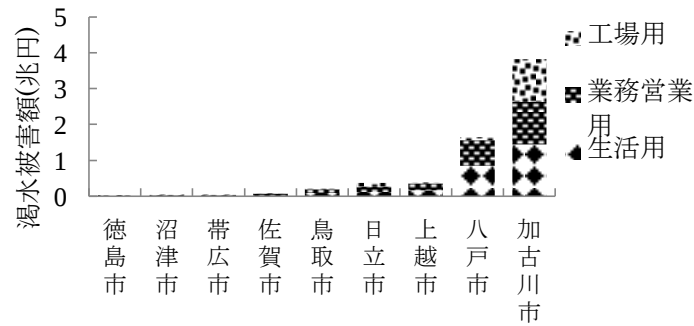


図 2 対象都市ごとの渇水被害額 (30 年間)

表 2 渇水被害額に等しい森林間伐費用をかけた場合の渇水被害軽減率

対象都市	対象河川	流域森林 面積 (km ²)	間伐面積率 (%)	渇水被害軽減額 (百万円)	渇水被害 軽減率 (%)
帯広市	十勝川	4235	1.1	950	21.3
八戸市	馬淵川	1702	101.8	65,150	39.5
日立市	久慈川	1296	30.2	18,289	49.1
上越市	関川	901	45.0	21,336	55.3
沼津市	狩野川	724	5.9	2,573	63.3
加古川市	加古川	1021	394.1	222,213	58.0
鳥取市	千代川	1095	189.4	197,376	99.9
徳島市	吉野川	3113	1.3	3,573	93.2
佐賀市	嘉瀬川	169	59.1	9,509	100.0