

京都大学大学院 学生員 ○渡辺 晴彦
 京都大学工学部 正員 吉川 和広
 島根大学工学部 正員 四田 寛夫

1.はじめに

広域木と木利用システムは、都市の木不足を解消する手段として、また、木資源の有効利用という面からも、その重要性・必要性が議論されてきた。確かに、複数地域を統合して1つのクローズドシステムを形成することは、広域的な複数からは立体的で最も考えられる。しかしながら、広域化計画の大前提となるのは、異なる行政体に属する地域の建設主体間の同意である。計画の実現という、より実質的な観点からこのことを考慮すると、広域的最良策が必ずしも各地域の最良を意味しない場合が起り得る。ゆえに、この実現のためには、各地域の主張を考慮した、より望ましい姿での均衡化という観点からの調整が必要となってくる。そして、このためには、どのような場合にどのような形で地域間の主張の対立が起るかという情報が要求されざるを得ない。

本研究では、特に1木系における広域木計画をとりあげ、調整に必要な情報システムの提示を試みる。具体的には、どのような形での広域化（言い換れば、地域間協力＝提携）を行うかが、各地域の戦略と考えられるため、まず、可能な提携パターンに関する代替案を、後述する最適化問題の解として求める。次に、費用配分に関する協議ルールゲームを定式化することにより、費用面での1つの均衡案としてゲームの解を求める。さらに、費用の他に木質を考慮することにより、各地域にとっての提携の優劣について考察する。

2.1木系モデルでの均衡

1木系内に、3つの需要地域が存在し、各地域とも新規需要量に対する取水・済水施設、下木処理施設を必要としている場合について考える。各地域の行動としては、これらの施設を単独で（自地域内に建設することの他に、代替案として他地域と提携することにより、他の施設を共同利用すること）が考えられる。その際、各行動に課せられた要件として、①給水効率性の達成、②需要量の充足、③排水処理と汚漏規制などを満たさなければならない。

一方で、3つの地域は同一木系に属し、取水源・排水先として、この河川を利用する事を想ねば、河川流量に関する物理的制限や木質基準を守ることと、行動への大きな制約として働いてくる。

二つに至り、先に設定したような各行動のみにすべき要件は、地域間にあって互いに相反するため、結果として、各地域にとって代替案間の望ましさの程度には優劣があることになる。ここでは、まず、この優劣を明らかにする。

考えられる行動の組み合わせとしては、次の5パターンがあげられる。

- I. (1,2,3)： 各地域が単独建設する
- II. (12,3)： 地域1と2が提携する
- III. (1,23)： 地域2と3が提携する
- IV. (13,2)： 地域1と3が提携する
- V. (123)： 全地域が提携する

各パターンについて、総合的に有利な代替案を求めたため、制約条件として、①需要量を満たし、②河川維持流量を保ち、③既存の下木貯

表-1 各提携パターンの代替案 (10³m³)

地域	I	II	III	IV	V
河川流量	1	36.90	36.90	36.90	36.90
	2	101.20	0.0	101.20	101.20
	3	0.0	0.0	0.0	0.0
済水施設	1	0.0		0.0	
	2	0.0	101.2		0.0
	3	242.8	242.8	242.8	242.8
下木処理	1	59.2		59.2	
	2	93.7	93.7		73.2
	3	320.7	320.7	333.9	323.1
排水量	1	26.0		26.0	
	2	118.3	102.3		138.8
	3	330.5	330.5	529.2	413.3
総費用	1	32771	30964	31205	32672
	2				30861
	3				

$$C(1) = 3891.3$$

$$C(2) = 9196.9$$

$$C(3) = 19683.1$$

$$C(12) = 11281.8$$

$$C(23) = 27314.5$$

$$C(13) = 23068.3$$

$$C(123) = 30861.7$$

理量を越えずには、④河川の水質基準を満たすことをとりあつて、かつ、目的関数として施設建設費用の最小化ではかる最適化問題を考える。この最適化問題を解いた結果は表-1 のように示される。次に各提携別Sに共同建設費用C(S)を求めめる。(Sは、提携に含まれる地域の集合)ここで、C(S)を求めるとは、協力3人チームの特性関数を求めるこことであり、コア・(二部)の解概念により、チームを解いた結果を表-2 に示す。

流域化計画案として、いずれかのパターンを採用したときの費用配分を表-2 のようにすれば、費用に関しては、チーム論的均衡化がはかられることになる。しかしながら、各地域にとって費用最小となる提携パターンは、全地域を通して一致することがない。このことが、地域によって代替案に優劣が存在することを示すものである。かような結果は、チームの解が、特定の提携に関する均衡化を行つるものであり、どのパターンで流域化をすすめるかという最終的な意志決定のための情報がないことに起因している。

一方、費用以外の評価項目として河川水質を考えてみると、各地域の最良水質が必ずしも費用最小のパターンと一致しないことがわかる。すなはち、単一目標による優劣は判定できても、多目標を考慮した代替案の優劣を判定することは、簡単には行なわれず、各地域の建設主体の意志決定に委ねられる。

しかしながら、表-2 は明らかのように、各地域が考慮すべき代替案は、地域1が II・IV、地域2と3が IIIとVとなり、だいぶ複雑になってくる。これは、費用C、水質Bに関して各代替案を比較すると、

$$(C^*, B^*) \leq (C^*, B) \text{ or } (C^*, B^*) \leq (C, B^*)$$

となる (C^*, B^*) が存在し、チーム論的にはどちらかを支配する二つある。すなはち、図-1 に示すように、地域1は II・IV を無差別とするのに對し、地域2と3は IIIとVに屬する支配関係が定義できないことになる。しかし、地域2と3について、2つの点が示す提携パターンの代替案を変化させることにより、両者間の混合戦略が期待される。

3. 考察

本研究の目的とした各地域の意志決定に関する情報システムは、2次述べた形である程度まで説明できたことができた。しかしながら、多目標であることを考慮した場合の代替案の優劣の判定や、各提携パターンでの代替案を多目標のまとめて評価していく場合の考察などを行なうことにより、さらに完全なものとするであろう。

特に前者に関しては、各地域の要求として費用最小化の他に、水質の最良化、下水流理量の最小化などを考慮の場合、目的関数のとり方によっては、多目的計画問題となるため、GP・SWTなどの手法によって代替案を求める方法が考えられる。(これについては具体的な方法、並びに実証例についての議論時に発表する。)

参考文献

吉川・岡田・渡辺、「流域的水利問題に関するチーム論的アプローチ」、52年度農業支那学会講演会
概要集 (1977)

表-2 費用配分と最良水質

		I	II	III	IV	V
地域	C	3891	3517	3891	3517	3527
	B	3.49	3.11	3.49	3.11	3.12
地域	C	9196	7764	7764	9196	7773
	B	5.76	5.30	4.38	5.52	4.00
地域	C	19683	19683	19550	19550	19560
	B	6.71	6.71	6.17	6.43	6.01

C: 分担費用 B: 供給水質
(10円) (ppm)

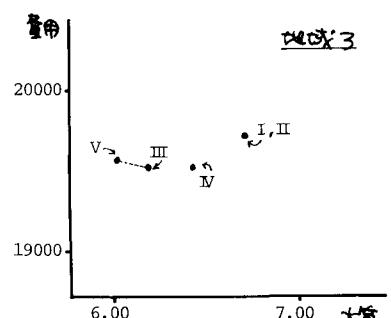
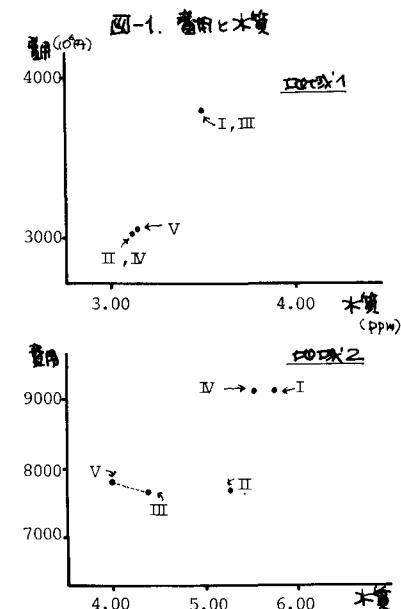


図-2