

水利権制度の経済分析

著者	野田 浩二
雑誌名	武蔵野大学環境学部紀要
号	1
ページ	1-9
発行年	2010-03-01
URL	http://id.nii.ac.jp/1419/00000298/

水利権制度の経済分析

An Economic Analysis of Appropriative Water Rights System

野田 浩二

Koji NODA

1 はじめに

21世紀は水の世紀だといわれている^{*1}。近年の国連環境計画（UNEP）の発表によると、このままの水利用が続けば、2025年には世界の3分の2の人々が「水ストレス」の状況下で暮らすことになる予測されている。

この問題は発展途上国だけでなく、たとえばアメリカのような先進国にとっても、非常に重要な問題となっている。なぜなら都市人口の増加や環境保全の重要性が認識されるにつれて、局所的な水需給の不均衡が生じているからである。この問題を考えるにあたり、河川水利用のあり方を規定する水利権（water rights）制度研究は非常に重要であり、また差し迫ったものだといえる^{*2}。

水利権制度の内実は国や地域によって様々だが、アメリカの場合、専用権（appropriative rights）と沿岸権（riparian rights）の2つの水利権が存在する。専用権は相対的に水の乏しい西部で採用され、相対的に水の豊富な東部では沿岸権が採用されている^{*3}。

これまで多くの論者は専用権を非効率な制度と批判し、その是正策として専用権の取引を認めるべきだと主張してきた。その代表的文献が、Burness & Quirk [1979] である^{*4}。彼等の批判の焦点は、専用権の最大の特徴である「first in time, first in right: 早いもの勝ちルール」に向けられた。

早い者勝ちルールとは、その名称から分かるように、より早くから水を利用していた主体により強い権利を与えるようなルールである。とくに全員の水需要を満たすほど河川水量が存在しない場合は、最も古い権利者（以下、S—水利権者とよぶ）に水がまず配分され、そのうえで余れ

^{*1} 本稿のドラフトに対して、和田一哉先生（クリスチャン・ミケルセン研究所/Chr. Michelsen Institute）から貴重なコメントを頂いた。感謝申し上げたい。

^{*2} 経済学から水利用制度について分析した初期の代表的文献は、Ciriacy-Wantrup [1956] であろう。ここでは水利権が安定性と柔軟性から分析されている。また水利権取引の初期の文献としては、Hartman & Seastone [1970] がある。

^{*3} 金沢 [1982], Goldfarb [1988], Bates & Getches & MacDonnell & Wilkinson [1993] を参照した。

^{*4} また Burness & Quirk [1980], Johnson & Gisser & Werner [1981], Gisser & Johnson [1983] や Wittaker [1983], 大沼 [2003] も参照。

ば次に古い権利保有者に配分される。

彼等は同一の利潤関数を想定したうえで、全員の水需要が満たせない場合には各主体の取水量を同一とする「Equal-Sharing ルール」の方が、早い者勝ちルールよりも効率的であるとし、その是正策としての水利権制度導入を主張した。この主張は、専用権の改革論（水市場化論）に大きな影響を与え、この分野での先駆的研究として評価されている。

しかし、非効率な水利権制度であるはずの専用権（早いもの勝ちルール）は、なぜアメリカ西部だけでなく日本でも制度化されているのだろうか（日本では「古田優先の法則」として知られている）。またなぜアメリカ東部の1部の州は、沿岸権から専用権に移行したのだろうか⁴⁵。専用権の非効率性を前提とし、水利権取引の有用性を主張する論文は多いが、これらの点に答えられるものは少ない。

本稿は、水利権の構造分析の第1歩として、Burness & Quirk [1979] と同様に早いもの勝ちルールに焦点を当て、専用権の効率性を再検討する。第2節で、本稿の分析フレームを提示する。第3節では、社会的総利潤を最大にするような、豊水時および渇水時の最適取水条件を明らかにする。第4節において、専用権の配分メカニズムを定式化し、第5節で専用権の効率性を評価する。

2 分析フレームの提示

Burness & Quirk [1979] では、期待効用仮説が採用され、同一の利潤関数のもと、専用権と Equal-Sharing ルールの効率性が分析された。だがその後の研究をみれば分かるように、Burness & Quirk [1979] の分析フレームは修正されるべき点があいくつもある。

第1に Young & Haveman [1985, p. 469] において指摘されているように、河川の水利用の大きな特徴として、上流の水利用が下流の水利用を規定しうる点があげられる。通常、河川から取水して利用する場合、その一連の流れは次のように定式化できる。

$$\text{取水量} = \text{消費量} + \text{還元水量} + \text{送水ロス量} + \text{蒸発散量}$$

河川からの取水、送水・導水を経た後、消費地に水が運ばれる。これらの過程で、取水量の1部は蒸発したり浸水したりして送水ロスが生じる。また一旦消費地に運ばれても、その水がすべて利用されるわけではない。やはりその一部は蒸発するし、一部は還元水量（return flow）として再び河川に戻る。

たとえば主体1と2が河川を利用しており、それぞれ 6cfs（cubic feet per seconds）の水量を取水し、主体1の消費係数は0.5だとする。このとき、どちらの主体も 6cfs という水量を取水するためには、河川水量から主体1の消費量を引いた値が主体2の取水量以上となる必要がある。同じことだが、河川水量は主体1の消費量と主体2の取水量を足した値以上でなければならない。他方、もし還元水量を想定しなければ、河川水量が12cfs 以上でなければどちらの主体も 6cfs を取水することはできない。

⁴⁵ たとえばミネソタ州、ミシシッピ州、アイオワ州は、沿岸権から専用権に既に移行しているといわれる（金沢 [1982], 119-120ページ参照）。

つまり還元水量を想定するかどうかで、水利権者全員の水需要を満たすのに必要な河川水量の条件が変化し、それゆえ専用権の効率性に大きく影響を与えるのである^{*6}。Burness & Quirk [1979] においては還元水量は無視されていたが、Gisser & Johnson [1983] や Wittaker [1983] と同様に、本稿では還元水量を想定してモデルを構築する^{*7}。

第2に、水の流れは土壌や水利用のあり方などに依存して決まるので、たとえば取水量のうち何割が消費量となるか、還元水量は消費量のうちどの程度の割合なのか、そして還元水量はいつこの地点で河川に戻るのかを決めることは非常に難しい。

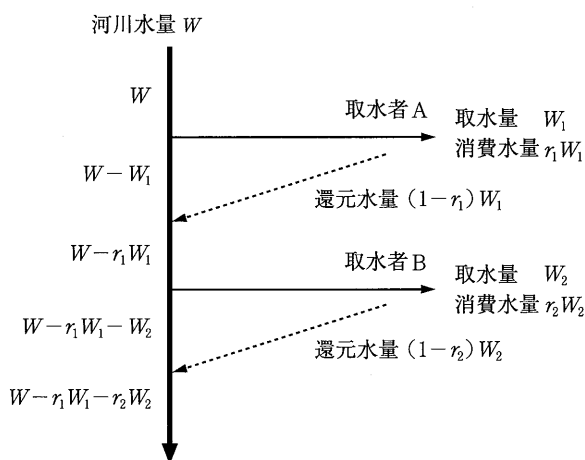


図1 水利秩序の概念図

ここでは、送水ロス量と蒸発散量は無視したうえで、上流からの還元水量はすべて下流の主体の水源となり、還元水量は下流の主体の取水口より上流で河川に戻るとする（図1参照）。また消費量は、各水利主体が採用する散水技術（スプリンクラーなど）に依存すると考えられるが、ここでは一定とする^{*8}。つまり取水量と消費量の関係は、消費係数 r ($0 < r < 1$) によって表され、 $c_i = r_i w_i$ 、 $RF_i = (1 - r_i) w_i$ という比例関係を仮定する。

第3に、Burness & Quirk [1979] においてはもっぱら、ある河川水量を固定化し、それを各主体にどう配分すれば、もっとも社会的総利潤が最大になるかが問われた。確かに、利潤関数が通常の凸関数で、かつ還元水量を想定しなければ、Equal-Sharing ルールの方が常に効率的となる^{*9}。

^{*6} Johnson & Gisser & Werner [1981, p. 274] において、同様の点が指摘されている。またここでは、端点解の分析の重要性が指摘されている。

^{*7} もっとも Burness & Quirk [1980] においても外部効果について分析されているが、専用権制度と結び付けて考察されていない。また Whittaker [1983] では、オレゴン州水法の利用ルールが経済的効率性から具体的に分析されている。この論文はほとんど知られていないようだが、いち早く水利用に関する法制度を経済学から評価した点は高く評価されるべきであろう。

^{*8} 散水技術をモデルに組入れたものとしては、Hochman & Zilberman [1995] がある。

しかし還元水量を想定すると、河川水量より多くの水量を利用できるようになるので、利潤関数の凸性だけでは水利権の効率性を評価することはできない (Whittaker [1983])。とくに、S—水利権者 (より強い権利をもつ主体) がどこで取水するかによって、専用権下における各主体の取水量は変化する。それゆえ、専用権の配分メカニズムを定式化する際に、S—水利権者が上流で取水する場合と下流で取水する場合とに区別する必要がある。

第4に、これまでも断片的に分析されてきているが、本稿は内点解だけでなく端点解の場合まで拡張して専用権の効率性を評価する。なぜなら早いもの勝ちルールは、全員の水需要を満たせない場合の配分ルールでもあるからだ。そのため後述するように、河川水量条件と各主体の水利権水量によって、「豊水」ならびに「渴水」を定義する。

第5に、Caswell & Lichtenberg & Zilberman [1990] にしたがって、水利主体の経済モデルは生産関数と費用関数によって表現し、生産関数および費用関数の内生変数として、それぞれ消費量と取水量をあてる。というのも、先に述べたように、生産に実際に利用されるのは消費量であるが、それを利用するためには、その消費量に対応した取水量が必要となるからである。

さて、各主体が個別に利潤最大化行動を図るとすれば、次のように定式化できる。

$$\text{Max}_{w_i} : \pi_i = p_i f(r_i w_i) - q(w_i) \quad (i = 1, 2) \quad (1)$$

π は利潤関数、 $f(\cdot)$ は生産関数、 $0 < df/dw_i$ 、 $d^2f/dw_i^2 < 0$ 、 p は生産物価格、 $q(\cdot)$ は取水量のみを内生変数とした費用関数、 $0 < dq/dw_i$ 、 $0 < d^2q/dw_i^2$ とする。(1)式を最大にする1階条件は、以下のようなになる。

$$p_i r_i \frac{df}{dw_i} = \frac{dq}{dw_i} \quad (2)$$

(2)式は、各主体が利潤を最大化するには、限界生産力価値と限界費用とを一致させなければならないことを示す。(2)式を満たす解 $\hat{w}_i (i = 1, 2)$ に相当する水量を取水すれば、各主体は利潤を最大化することができる。この \hat{w}_i を利用して、「豊水」と「渴水」を以下のように定義するが、単純化のために仮定を2つおく。

第1に、同質的な水利主体を2人とし、生産関数と限界費用、そして消費係数は主体間で同一とする。第2に、第1の仮定より、個別の利潤最大化行動で得られる解は $\hat{w} = \hat{w}_1 = \hat{w}_2$ となり、これを各主体の「水利権水量」とする。

そのうえで「豊水」とは河川水量が、 $(1+r)\hat{w} \leq \bar{w}$ の場合と定義する。他方「渴水」は、さらに2つに区別される。少なくともひとりの水利権水量が満たされない状態 $\hat{w} \leq \bar{w} < (1+r)\hat{w}$ と、すべての水利権水量が満たされない場合 $\hat{w} < \bar{w}$ とである。

⁴⁹ いま河川水量を \bar{w} とし、専用権下の解の組合せを $(w_1, \bar{w} - w_1)$ 、Equal-Sharing ルールでは $(\frac{\bar{w}}{2}, \frac{\bar{w}}{2})$ とする。このとき、 $\frac{w_1 + (\bar{w} - w_1)}{2} - \frac{\bar{w}}{2}$ となるので、利潤関数が上に凸である限り、常に、 $\pi(\frac{\bar{w}}{2}) > \frac{\pi(w_1) + \pi(\bar{w} - w_1)}{2}$ となる。そのため Equal-Sharing ルールの方が、早いもの勝ちルールよりも効率的となる。

3 豊水時および渇水時の最適取水条件

ここでは、豊水時と渇水時における最適取水条件を明らかにするために、社会的総利潤関数 Π を以下のように定式化する。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{w_1, w_2} : \Pi &= \pi_1 + \pi_2 = pf(rw_1) - q(w_1) + pf(rw_2) - q(w_2) & (3) \\ \text{s.t.1: } w_1 &\leq \bar{w} \\ \text{s.t.2: } w_2 &\leq \bar{w} - rw_1 \end{aligned}$$

社会的総利潤関数と制約条件を、ラグランジュ乗数を用いて書き直せば次の通りである。

$$L = pf(rw_1) - q(w_1) + pf(rw_2) - q(w_2) + \lambda_1(\bar{w} - w_1) + \lambda_2(\bar{w} - rw_1 - w_2) \quad (4)$$

(4)式の1階の条件は、クーン・タッカーの条件より、以下ようになる。

$$L_1 \leq 0, 0 \leq w_1, w_1(prf_1 - q_1 - \lambda_1 - r\lambda_2) = 0 \quad (5)$$

$$L_2 \leq 0, 0 \leq w_2, w_2(prf_2 - q_2 - \lambda_2) = 0 \quad (6)$$

$$L_{\lambda_1} \leq 0, 0 \leq \lambda_1, \lambda_1(\bar{w} - w_1) = 0 \quad (7)$$

$$L_{\lambda_2} \leq 0, 0 \leq \lambda_2, \lambda_2(\bar{w} - rw_1 - w_2) = 0 \quad (8)$$

もし河川水量がゼロであれば、そしてそのときのみ、 $w_i = 0$ となる。それ以外は、主体1が取水する限り、主体2は主体1の還元水量を享受できるので、 $0 < w_1, 0 < w_2$ となる。端点解まで含めて考えると、ここで考慮する解の組合せは、(主体1, 主体2) = (内点解, 内点解), (内点解, 端点解), (端点解, 端点解) の3つのケースとなる。なぜ(端点解, 内点解)の場合がないかといえば、より上流に位置する主体1が端点解であれば、つまり水利権水量より少ない水しか利用できないのであれば、同一の利潤関数を想定しているので、より下流に位置する主体2は当然自らの水利権水量を利用できなくなるからである。

さて河川水量が $(1+r)\bar{w} \leq \bar{w}$ である限り、主体1および主体2の求める解はともに内点解となり、どちらの主体の解も \bar{w} となる。この場合、個別の利潤最大化行動は社会的に最適な資源配分をもたらす。

もし河川水量が $\bar{w} \leq \bar{w} < (1+r)\bar{w}$ となれば、つまり主体2が自らの水利権水量を満たせなければ、主体1は内点解、主体2は端点解となる。このとき、各主体の限界便益を意味するラグランジュ乗数は、 $0 = \lambda_1, 0 < \lambda_2$ となる。主体1および主体2の最適取水量 w_i^* ($i = 1, 2$)は、

(9)式と(10)式を同時に満たす解となる。

$$prf_1 = q_1 + r\lambda_2 \quad (9)$$

$$prf_2 = q_2 + \lambda_2 \quad (10)$$

(9)式をみると、主体1の1階条件に、主体2の条件が入り込んでいることが分かる。つまり渇水時には、主体1は水利権水量のすべてを取水することは社会的に非効率となることを意味する。そのため主体1の最適解は $w_1^* < \bar{w}_1$ となるような水準となり、水利権水量 \bar{w}_1 とはならない。このとき主体2の取水量は、 $w_2^* = \bar{w} - rw_1^*$ の水準となる。

この点から明らかのように、還元水量を想定すると、利潤関数の凸性およびその同一性を仮定

しても、各主体の最適取水量は同一とはならない。そのため Equal-Sharing ルールは、最適な資源配分ルールとはいえなくなる。

また、河川水量が $\bar{w} < \bar{w}$ であれば、 $0 < \lambda_1, 0 < \lambda_2$ となる。したがってこの場合、(11)、(12)式を同時に満たすような解、 w_i^* ($i = 1, 2$) となっていないなければならない。

$$prf_1 = q_1 + \lambda_1 + r\lambda_2 \quad (11)$$

$$prf_2 = q_2 + \lambda_2 \quad (12)$$

ただし、主体1は河川水量のすべてを取水し、主体2は主体1からの還元水量分を取水するので、 $w_1^* = \bar{w}$ 、 $w_2^* = (1-r)\bar{w}$ となる。

以上が、豊水時および渇水時における、社会的総利潤を最大にするための取水条件である。また、社会的総利潤を最大化するように各取水量を調整する場合、常に主体1の取水量の方が主体2のそれよりも多くなる。上流での取水量の一部は、その後、下流でも利用される。そのため、経済主体と水利用主体の同一性を仮定してもなお、主体1と2の実際の限界利潤関数は異なるのである。

このような、実際上の相違点が存在するために、主体1の渇水時の取水量は、主体2のそれよりも常に多くなるのである。そして、両者の差額分は、志村 [1977] がいうところの主体1の取水義務として理解することができる。

4 専用権の配分メカニズム

4.1 専用権の基本原則

これまでアメリカにおける専用権を明確に定義してこなかったが、ここで専用権について概説する。専用権とは、農業や工業などのためにある水量を利用する権利であり、水そのものの所有が認められているわけではなく、いわゆる「usufructuary：用益権」とされている (Ditwiler [1975, p. 668])。すべての水利権者は自らの利潤を最大にするように行動するが、水利権の取得および水利権取引の際には、州政府の許可が必要となる。

専用権の基本ルールは3つある^{*10}。第1は、既に述べた早いもの勝ちルールである。渇水時には、より古い権利をもつ S—水利権者に優先的に水が配分される。第2は、浪費的・粗放的水利用を制限する「beneficial use：合理的水利用ルール」である。第3は「no-injury rule：既存権利保護ルール」である。たとえばある水利権取引によって、当事者以外の水利権者の権利が侵害される場合、州政府はその取引を認めない。

さて専用権は上記のような特徴を有するわけだが、ここで重要となる基本ルールは早いもの勝ちルールである。以下では、S—水利権者が上流に位置する場合（以下、専用権 u と表記する）と、下流に位置する場合（以下、専用権 d と表記する）とに区別して、それぞれの配分メカニ

^{*10} アメリカ専用権の基本ルールを説明する際、通常、早いもの勝ちルールと合理的水利用ルールの2つだけが取上げられる。しかし水利権取引の重要性が高まったことを考慮し、ここでは既存権利保護ルールを第3の基本ルールとした。

ズムを定式化する。

4.2 専用権 u の水配分メカニズム

まず、専用権 u（主体1が S—水利権者の場合）における水配分メカニズムを定式化する。河川水量が豊水である限り、求める解は水利権水量となる。

その一方、ひとりの水利権水量しか河川に水が流れていない場合、主体1は水利権水量を享受する。なぜなら、S—水利権者である主体1に優先的に配分されるからだ。主体2はその残りし取水できない。ここでは、還元水量の存在を認めているので、主体2の取水量は $\bar{w} - r\hat{w}$ となる。もし河川水量が $\hat{w} < \bar{w}$ となれば、主体1は水利権水量を享受できないので、河川水量のすべてを取水する。主体2は、主体1の還元水量だけを取水することができる。

4.3 専用権 d の水配分メカニズム

専用権 d（主体2が S—水利権者の場合）の場合も、同様に考えることができる。豊水である限り、このときの解は各水利権水量となる。

河川水量が $\hat{w} \leq \bar{w} < (1+r)\hat{w}$ のとき、まず主体2の水利権水量が確保されるので、主体2は水利権水量を享受することができる。主体1の取水量は、 $w_1 \leq \frac{\bar{w} - \hat{w}}{r}$ という条件を満たさなければならぬ。利用できる水はすべて利用するはずなので、結局、主体1の取水量は、 $\frac{\bar{w} - \hat{w}}{r}$ なる^{*11}。

もし河川水量が $\hat{w} - \bar{w}$ となれば、主体2は水利権水量を享受できないので、河川水量のすべてを取水する。このとき、主体1はまったく取水することができない。つまり主体1は、専用権 u においては利用できたはずの水量が、専用権 d の場合には利用できなくなるのである。

5 専用権の水配分メカニズムの効率性評価

表1は、豊水時および渇水時における社会的最適解と、専用権 u および専用権 d における各主体の取水量の組合せを示している。この表から明らかなように、豊水である限り、専用権は社会的に最適な資源配分を達成する。しかし渇水になり、少なくともひとりの水利権水量が満たされなくなれば、専用権 u と d の資源配分は異なる結果をもたらす。

まず、河川水量が $\hat{w} \leq \bar{w} < (1+r)\hat{w}$ のとき、専用権 u における主体1の取水量は、社会的最適取水量ではない。(9)の右辺をみれば明らかなように、このときの主体1の取水量は多すぎる。他方、主体2の取水量 w_2^u は、最適取水量よりも少ない^{*12}。またもし河川水量が $\hat{w} - \bar{w}$ とな

^{*11} これは、還元水量の存在が既知で、かつ主体2の取水場所より上流ですべて戻るという仮定による。もしこのように仮定できなければ、主体1の取水量はより減少し、場合によってはゼロとなるかもしれない。

^{*12} いま、 $w_2^u - w_2^d$ とおけば、 $w_2^u - w_2^d = \bar{w} - rw_1^u - (\bar{w} - r\hat{w}) = r(\hat{w} - w_1^u)$ となる。 $0 < r$ 、 $w_1^u < \hat{w}$ より、これは正となる。

表1 専用権の水配分メカニズムの効率性評価

河川水量条件	社会的最適解		専用権 u		専用権 d	
	主体1	主体2	主体1	主体2	主体1	主体2
$\bar{w} \leq (1+r)\hat{w}$	\hat{w}	\hat{w}	\hat{w}	\hat{w}	\hat{w}	\hat{w}
$\hat{w} \leq \bar{w} < (1+r)\hat{w}$	w_1^*	w_2^*	\hat{w}	w_2^u	w_1^d	\hat{w}
$\bar{w} < \hat{w}$	w_1^{**}	w_2^{**}	w_1^{**}	w_2^{**}	0	\bar{w}
注： $w_2^* = \bar{w} - r w_1^*$, $w_1^{**} = \bar{w}$, $w_2^{**} = (1-r)\bar{w}$, $w_2^u = \bar{w} - r\hat{w}$, $w_1^d = \frac{\bar{w} - \hat{w}}{r}$						

出所：筆者作成

れば、専用権 u の資源配分は社会的に最適となる^{*13}。しかし専用権 d の資源配分は、主体1の取水量がゼロとなるので最適な資源配分をもたらさない。

ここで興味深いのは、専用権 u における総取水量（主体1の取水量+主体2の取水量）は社会的最適解の総取水量よりも多く^{*14}、したがって、専用権 u は河川からの過剰取水を促しているということである。専用権 d の場合も、社会的に最適とはならない。主体1と主体2はともに、明らかに最適取水条件を満たしていない。

6 おわりに

われわれの結論は Burness & Quirk [1979] の結論とは異なり、常に早いもの勝ちルールが非効率となるわけではない。このような結果になったのは、還元水量と S—水利権者の取水場所モデルに組入れ、また豊水および渇水を河川水量と各主体の水利権水量によって定義したことによる。それゆえ水利権制度を分析する際、この3点を捨象すべきでないことが分かる。専用権がこれまで存在し得たのは投資の安全性だけでなく、資源配分の観点からも一部理解することができる。

もっともここでの分析は静学分析であり、動学的観点を取り入れていない。たとえば消費係数は、水利主体がどのような散水技術を採用するのかで、その値は大きく変わる。そのため散水技術への投資を考える必要がある。また上記の専用権の効率性は限定的なものであり、水利用の価値が大きく変わる状況では当然水利権取引が求められるだろう。これらに関しては今後の課題としたい。

以上

^{*13} Burness & Quirk [1980, pp.125-126] において示唆されたのが、まさにこの点である。

^{*14} なぜなら、 $\hat{w} + w_2^u - (w_1^* + w_2^*) = \hat{w} + \bar{w} - r\hat{w} - (w_1^* + \bar{w} - r w_1^*) = (1-r)(\hat{w} - w_1^*)$ となり、 $\hat{w} > w_1^*$ より、これは正となる。

参考文献

- [1] 大沼あゆみ [2003], 「河川流域における最適水配分について」『三田学会雑誌』96 (2), 49-61 ページ.
- [2] 志村博康著 [1977], 『現代農業水利と水資源』東京大学出版.
- [3] 金沢良雄著 [1982], 『水資源制度論』有斐閣.
- [4] Bates, Sarah F., David H. Getches, Lawrence J. MacDonnell, Charles F. Wilkinson [1993], *Searching out the Headwaters: Change and Rediscovery in Western Water Policy*, Island Press.
- [5] Burness, H. Stuart., and James P. Quirk [1979], "Appropriative Water Rights and the Efficient Allocation of Resources", *The American Economic Review*, 69 (1), pp. 25-37.
- [6] Burness, H. Stuart., and James P. Quirk [1980], "Water Laws, Water Transfers, and Economic Efficiency: The Colorado River", *The Journal of Law and Economics*, 23 (1), pp. 111-134.
- [7] Caswell, Margriet., Erik Lichtenberg, and David Zilberman [1990], "The Effects of Pricing Policies on Water Conservation and Drainage", *American Journal of Agricultural Economics*, 72 (4), pp. 883-890.
- [8] Ciriacy-Wantrup, S. V. [1956], "Concepts Used as Economic Criteria for a System of Water Rights", *Land Economics*, 32 (4), pp. 295-312.
- [9] Ditwiler, C. Dirck. [1975], "Water Problems and Property Rights—An Economic Perspective", *Natural Resources Journal*, 15 (4), pp. 663-680.
- [10] Gisser, Micha., and Ronald N. Johnson [1983], "Chapter 5 Institutional Restrictions on the Transfer of Water Rights and the Survival of an Agency", in Terry L. Anderson ed, *Water Rights: Scarce Resource Allocation, Bureaucracy, and the Environment*, Pacific Institute for Public Policy Research, pp. 137-165.
- [11] Goldfarb, William. [1988], *Water Law (second edition)*, Lewis Publishers, Inc.
- [12] Hartman, L. M., and Don Seastone [1970], *Water Transfers: Economic Efficiency and Alternative Institutions*, Resources for the Future, Johns Hopkins Press.
- [13] Chakravorty, Ujjayant., Eithan Hochman and David Zilberman [1995], "A Spatial Model of Optimal Water Conveyance", *Journal of Environmental Economics and Management*, 29 (1), pp. 25-41.
- [14] Johnson, Ronald N., Micha Gisser, and Michael Werner [1981], "The Definition of a Surface Water Right and Transferability", *The Journal of Law and Economics*, 24 (2), pp. 273-288.
- [15] Whittaker, Gerald Wayne. [1983], "Economic Theory as Normative Content in Oregon Surface Water Law: Economic Criteria as Normative Content in Oregon Surface Water Law", in Roger G. Kraynick et al, *Water Rights Transfers: A Legal, Economic, and Informational Analysis of Water in Oregon* (submitted to Bureau of Reclamation, United States Department of Interior, Washington, D.C. 20240), Appendix B, pp. 87-172.