

メコン河における  
最適な水配分についての考察

慶應義塾大学経済学部

大沼あゆみ研究会 第七期生 水班

浅川雄喜

小池悠太

斉藤えり子

牧かおり

御簾納修介

～目次～

## 序章

### **第1章** 世界の水問題

- 1-1 水資源の現状と予想
- 1-2 国際河川

### **第2章** メコン河

- 2-1 メコン河の概要
- 2-2 メコン河の特徴
- 2-3 メコン河の国際紛争

### **第3章** メコン河の上流国、下流国

- 3-1 上流国 タイ
  - 3-1-1 地理
  - 3-1-2 気候
  - 3-1-3 経済
  - 3-1-4 エネルギー・開発
  - 3-1-5 タイの農業
  - 3-1-6 東北タイ
  - 3-1-7 ダム
- 3-2 下流国 ベトナム
  - 3-2-1 地理
  - 3-2-2 気候
  - 3-2-3 経済
  - 3-2-4 エネルギー・開発
  - 3-2-5 ベトナムの農業
  - 3-2-6 メコンデルタ
  - 3-2-7 洪水
  - 3-2-8 塩害

### **第4章** モデル分析

- 4-1 現状分析
- 4-2 社会的最適

### **第5章** 提案

5 - 1 水市場

5 - 2 課税

第六章 結論

第七章 参考文献

## 序章

現在経済成長著しく世界の経済の中心になりつつある BRICs の中国やインドを筆頭に VISTA にも東南アジアの国々が入るように東アジア各国の急成長は周知の通りである。しかし経済成長というものに必ずと言って言い程伴ってくるのが環境破壊というものである。東アジアも例に漏れず様々な環境問題が起こっている。そこで今回私たちは東南アジアの代表的国際河川である、メコン河の水配分に注目した。

メコン河は東南アジア各国の生活や発展に欠かせない重要な河川にも関わらず、開発の手が殆ど入っていない状態であった。しかし現在中国やタイにてメコン河におけるダム開発が進んでいる。メコン委員会の主張である持続可能で包括的な開発を踏まえ、現状をよりよくしたいという問題意識から、タイの利益を損なわず、且つ流域全体の水配分が良くなるような最適な形のダム建設のあり方と有効で効率的な配分ルールを考える事が出来ないだろうか、と私たちは考えた。

本論の流れとしてはまず、現在の世界が置かれているに水資源と国際河川の状態を述べ、次に注目したメコン河について掘り下げ、最後に私達が考えた最適な水配分について論述していく。

まず初めに、第1章ではメコン河の事例を挙げる前段階として世界の水資源の現状と国際河川について述べる。世界的に見て人口は年々増加しており希少な淡水資源の重要性は着実に高まっている。ここではいま世界が直面している水資源の現状と問題について目を向けて予想されている深刻な事態についても言及していきたい。

## 第1章 世界の水問題

### 1-1 水資源の現状と予想

水は、人類を含む全ての生物にとって不可欠な生存基盤であり、経済社会の発展においても、なくてはならない資源である。しかし、今世界では急激な人口増加や都市化、産業の著しい発展、地球温暖化に伴い多く地域で水不足や、水質汚濁、洪水による危険度の増加などの様々な水問題が発生している。途上国における病気の80%の原因は汚水と考えられており、水が原因とされる病気で8秒に一人ずつの計算で子供達が死亡している。世界中で考えると12億人が安全な飲料水の確保が困難で、30億人が十分な衛生設備を利用出来ておらず、年間500~1000万人が水関連の原因で死亡している。(京都府HPより) 今後更なる人口増加が予測される事から国際的にも安全な飲料水と衛生施設の建設、食料生産の為の水確保、水系生態系の保全、洪水などのリスク管理、水資源の効率的な利用と効率的な配分などが大きな課題と認識され、急務な対策が求められている。

表1から分かるように地球には約14億㎥もの水が存在しているが、その内97.5%は海水で淡水は全体の2.5%に過ぎない。その淡水についても大部分が氷河や永久氷雪や地下水となっており、湖や河川の水の量は全体のわずか約0.01%しか存在せず、大変貴重な資源である事が分かる。

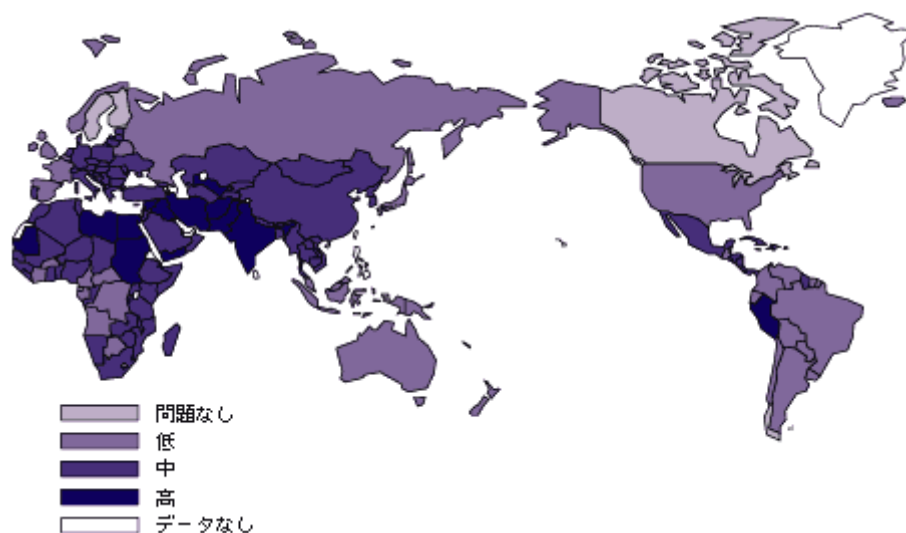
表1 地球上の水の状態

| 水の種類                     | 量<br>(千km <sup>3</sup> ) | 全水量に対する割合 (%) | 全淡水量に対する割合 (%) |
|--------------------------|--------------------------|---------------|----------------|
| <塩水>                     |                          |               |                |
| 海水                       | 1,338,000                | 96.5          | —              |
| 地下水のうち塩水分                | 12,870                   | 0.94          | —              |
| 湖水のうち塩水分                 | 85.4                     | 0.006         | —              |
| 塩水 計                     | 1,350,955                | 97.5          | —              |
| <淡水>                     |                          |               |                |
| 河川水                      | 2.12                     | 0.0002        | 0.006          |
| 湖水のうち淡水分                 | 91.0                     | 0.007         | 0.26           |
| 沼地の水                     | 11.5                     | 0.0008        | 0.03           |
| 小 計 <sup>(①)</sup>       | 104.62                   | 0.0075        | 0.3            |
| 地下水のうち淡水分 <sup>(②)</sup> | 10,530                   | 0.76          | 30.1           |
| 中 計 <sup>(①+②)</sup>     | 10,635                   | 0.77          | 30.4           |
| 極地等の氷                    | 24,064                   | 1.74          | 68.7           |
| 土壌中の水                    | 16.5                     | 0.001         | 0.05           |
| 永久凍結層地域の地下の水             | 300                      | 0.022         | 0.86           |
| 生物中の水                    | 1.12                     | 0.0001        | 0.003          |
| 大気中の水                    | 12.9                     | 0.001         | 0.04           |
| 淡水 計                     | 35,029                   | 2.5           | 100            |
| 合 計                      | 1,385,984                | 100           | —              |

出典：国土交通省 土地・水資源局水資源 HP (<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/index.html>)

水資源の利用動向を見ると、1995年における世界の年間水使用量は約3兆5720億 $m^3$ であり、1950年の約2.6倍となっている。この水使用量の伸びは同期間の人口の伸びより大きく、1人当たりの水利用量で見ると、1995年には1日1756リットルと過去25年間で約17.6%増加しており、右肩上がりの傾向が分かる。地域別に見ると、アジアでの水使用量が年間2兆850億 $m^3$ と最も多く、続いて北アメリカ、ヨーロッパの順となっている。また1人当たりでは、北アメリカが1日3924リットルと最も多く、続いてオセアニア、ヨーロッパの順となっている。つまり先進国の人口が比較的多い地域で、水が多く使われ、逆に図1からも分かるように現在既にアジアやアフリカなど31カ国の途上国では水の絶対的な不足に陥っており、その水不足が食料不足までもたらしている。

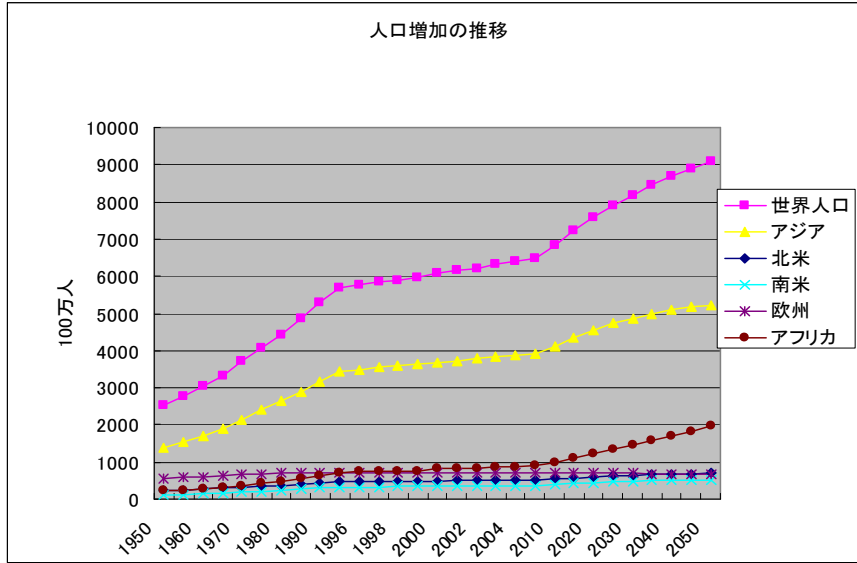
図1 1997年における各国の水不足に対する危険度



出典：国土交通省 土地・水資源局水資源 HP (<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/index.html>)

さらにグラフ1からも分かるように2025年には現在既に水不足のアジア、アフリカ地域の人口が特に増加し、世界の人口が80億人に達すると見込まれることから、より一層深刻な水不足の事態が考えられる。

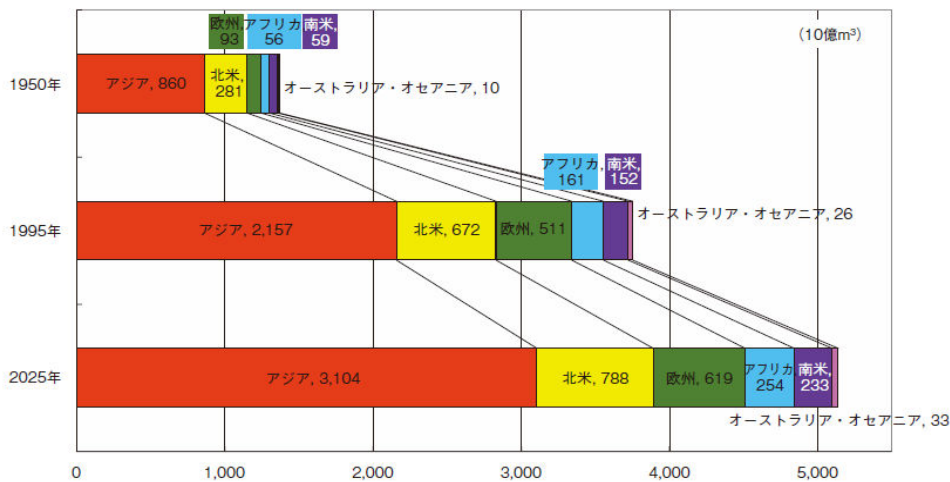
グラフ1 人口増加の推移と予想



出典：総務省 統計局・統計研究所 HP (<http://www.stat.go.jp/data/sekai/02.htm>) より作成

従ってこのまま需要過多の状態が続くとグラフ2からも分かるように将来2025年の水需要量は1995年の約1.4倍に増加すると見込まれ(WMO資料より)、水不足の状態におかれる人口の割合は、1995年には約3分の1であったのが、2025年には約3分の2になり、45カ国以上の約20億人以上もの人が安全な水の供給を得られなくなり生命の危機に繋がると予想される。(国土交通省 土地・水資源局水資源 HP より)

グラフ2 水使用量の推移と予想



出典：国土交通省 土地・水資源局水資源 HP (<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/index.html>)

## 1-2 国際河川

国際河川とは複数の国家の領土を貫流する、もしくは国境を接する境界河川の一形態を指す。1976年世界の河川のうち214の河川が国境を跨ぐ国際河川であったが、冷戦終了後民族独立が進んだため旧共産圏を中心に新興の独立国が急増し、1999年の時点において国際河川数は261まで増加した。(表2参照) その総流域面積は全大陸陸地面積(南極大陸は除く)の45.3%を占め、国際河川を領土内に有する国家は145カ国に上る。

国際河川はその性質上利用形態や水の配分を巡る国家間の利害関係が対立しやすく長年多くの民族紛争を引き起こしてきた。19世紀以降国際社会は水紛争の予防及び解決に向け動き出し水利用のルールを構築してきた。利用協定は基本的に航行、水利用、環境(汚染防止、生態系保全等)の3つに分類され、一般に航行や環境に関わる国際協定は利害関係がそのまま相互依存と相互利益とつながるケースが多い為多国間でも合意に至る場合が大半である。しかし国際水利権調整や水資源配分といった水利用の国際協定に関しては複雑な利害関係が絡む事が多いため政治的要因により最終的な合意には至らないケースが多い。トルコの東にあるアナトリア地方を源流とするチグリス川とユーフラテス川は水の少ない中東において豊富な水を与えてくれる貴重な水源であり、数千年に渡りトルコやイラクの農業を支えてきた。だがカウボーイ理論に基づき優先権主義を主張するトルコが絶対的な河川支配権を握り水利開発計画を推し進めた結果、人種の違いや政治、宗教問題が複雑に絡み合い、チグリス・ユーフラテス川流域でトルコ、シリア、イラク、クルド間の武力衝突を引き起こした。このように国際河川を巡る紛争は枚挙に遑がない。紛争解決策として一般的に政治的アプローチを用いることが多いがこの手法には宗教など多数の要因が絡むため必ずしも最適な解決手段とは言えない。

表2 世界の国際河川の分布

| 大陸    | 1999年 | 1978年 |
|-------|-------|-------|
| アフリカ  | 60    | 57    |
| アジア   | 53    | 40    |
| ヨーロッパ | 71    | 48    |
| 北アメリカ | 39    | 33    |
| 南アメリカ | 38    | 36    |
| 計     | 261   | 214   |

出典：水の世紀 村上雅博著 日本経済評論社著



ここまで第1章では淡水資源の貴重さと人口増加による切迫した水不足の現状、そして淡水の多くを占める国際河川について述べてきた。第2章からは世界有数の国際河川の中でも乾季と雨季の流量に大きな差があり、かつ開発の手が殆ど入っておらず灌漑施設やダムなども整っていないメコン河の現状と問題点に注目して進めていく。

## 第2章 メコン河

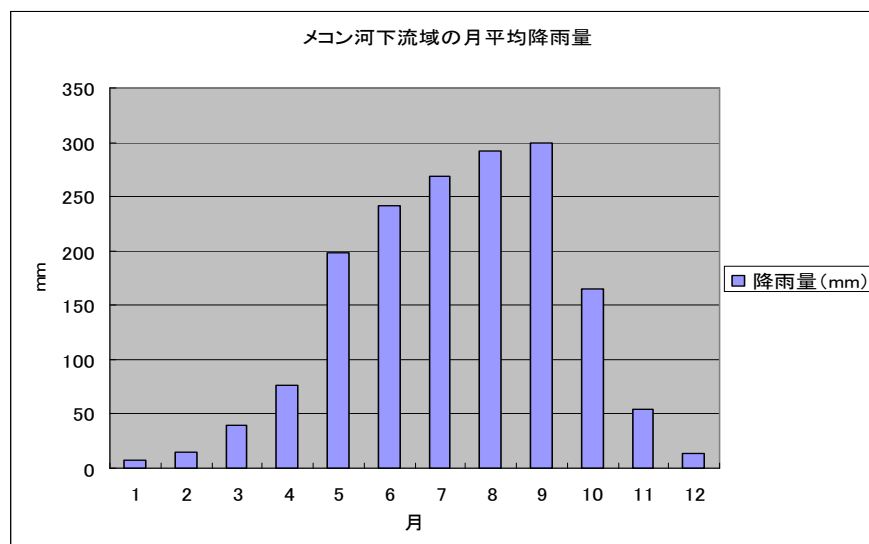
### 2-1 メコン概要

メコン河は中国、ラオス、ミャンマー、タイ、カンボジア、ベトナムの6カ国にまたがる国際河川である。流域面積はおよそ79万5500k m<sup>2</sup>、流長は4620km、水源であるチベット高原の標高は4,968mで東南アジアを抜け南下し南シナ海へ流出する。メコン河流域の地形を順に分けると、雪解け水と雨水とが合わさりメコン河の豊富な流量の元となる北部山岳地帯、降雨が少なく貧困地帯であるコーラート高原地帯、大量の流水が運んできた土砂からなる肥沃なメコンデルタである最下流の南部低地からなる。気候は、流域面積の約25%（中国、ミャンマー）は温帯気候に属するが、そのほとんどが熱帯圏に属しているため雨季には豊富な雨量が得られる。流域内推定総人口は5610万人である。

### 2-2 特長

メコン河の最大の特徴は乾季と雨季の極端な流量の差にある。前章でも説明したがメコン河流域は熱帯圏に属し、モンスーンにより大きな影響を受ける。毎年4月末頃から10月末にかけて南西から湿気の多く暖かいモンスーンが吹き込み、11月から3月まではその反対に東北から乾燥したモンスーンが吹く。そのためメコン河下流域では乾季と雨季の降雨量に大きな差が出る。

グラフ3 メコン川下流域の月平均降雨量



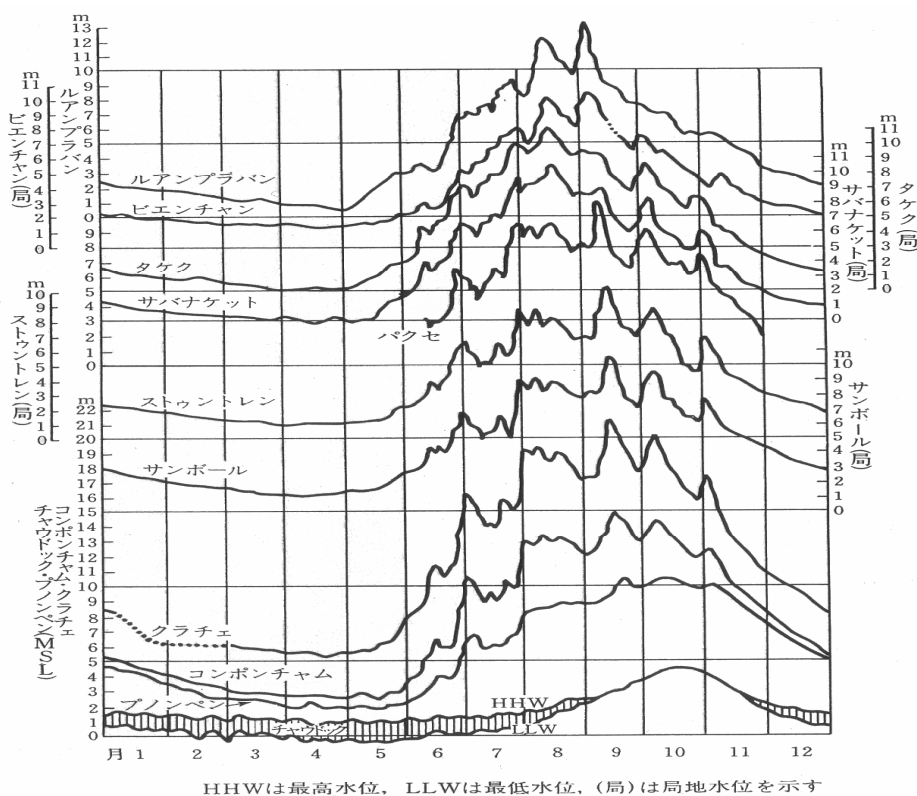
出典：メコン河 堀博著 古今書院 より作成

グラフ3はメコン川下流域の月平均降雨量と湿度をまとめたものである。南西のモンスーンが吹く雨季では年間降雨量の80パーセントもの雨が集中しており、逆に北東のモンスーンが吹く乾季は比較的気温が低く、下流域全体を乾燥させるためこの時期に雨はほと

んど降らない。

メコン河下流域の水位は降雨によって左右されるため、この差はその河川流量に非常に顕著に表れる。

図2 メコン河下流各地の標準的水位曲線 (1995)



出典：メコン河 堀博著 古今書院

図2はメコン河下流域の月平均降雨量と各地の標準的水位曲線を現している。5~6月頃、モンスーンの影響で増水し始めたメコン河は上流では8~9月、下流では9~10月に最高水位となる。それを過ぎると12月までに水位は急速に下がり、4月に最低となる。上流ではそれぞれ支流の流入量に大きな影響を受けるためグラフに激しい凹凸が見られる。しかし、下流域では河川の両岸から水が流出し(洪水)なだらかな曲線となっている。

このような流量の大きな変化によりメコン河下流域では大規模な洪水と渇水という、相反する被害もたらされる。洪水は主に最下流のメコンデルタ周辺で起こるが、4~6ヶ月もの間冠水し、交通などの人々の生活だけでなく農作物などにも大きな影響をもたらす。下流域では毎年洪水が発生するため人々の生活のサイクルの中に入り込んでいる上、過去の洪水氾濫実績から洪水被害地域の予測もある程度可能であるが、それでも人的被害は絶えない。

対照的に水が足りなくなる乾季だが、メコン河流域で直接的な渇水被害を最も受けてい

るのはタイ東北部である。コーラート平原と呼ばれるこの地域は山脈に囲まれているため、モンスーンの影響が削がれてしまう。その影響で年間を通じて降雨が少ないため、特に乾季の農業生産性が低くタイの中でも貧困地帯となっている。メコンデルタにおいては直接的な渇水というより海からの塩水浸入による、間接的な渇水被害に見舞われる。乾季に河川の流量が減ると塩水がデルタを浸食していき、その塩水浸入を海のほうに押し返すために流量の大半が使われ、結果的に灌漑用水が欠乏するのである。また、土壌の塩分増加により農業生産性は低下する。

以上のようにメコン河の流量の変化は下流域に大きな影響をもたらすが、しかし、このような被害は決してコントロールできないものではない。河川の最大流量を最小流量で割った値を河況係数と呼び、この値が大きい河川ほど流量の変化が大きく水利用がしづらいことを示すのだが、メコン川の場合、観測地点中河況係数が最も大きいカンボジアのクラチエ地点で 53.36 という値になる。規模は違うがこれは日本の河川に比べれば大した値ではなく、事実メコン河支流のチャオピア河では元々の河況係数 30 をダム等の開発により 3 程度までにし、洪水と渇水の両方の問題を解決した例もある。これを踏まえれば、メコン河全体を包括的に捉えた開発を行えば先ほどの被害をある程度調整することが可能であることが推測される。

### 2-3 メコン河の国際間紛争

多くの国を流れているメコン河では、これまでいくつかの国際紛争が起きた。「メコン河を関係国が協力して開発していこう」という構想は描かれていたが、国際紛争によって遮られてきた。国際的対立の例として、中国の雲南省大明山ダム・雲龍ダム建設に対する下流国の反対や、タイのラムタコン揚水発電所建設に伴う近隣諸国の健康被害などが挙げられる。このように、ダム問題・発電諸問題・農業被害・健康被害・渇水問題・洪水問題など多種多様な問題が、メコン河流域の国々の利益や被害と複雑に絡み合っている。このような問題解決を一つの目的として、1957年にメコン下流域国（ラオス・タイ・カンボジア・ベトナム）の政府によって、メコン河委員会が設置された。

1950年代から1970年代前半にかけてメコン河の計画・資金・調整の役割を果たすメコン河委員会が1957年に発足した。メコン河委員会は、ラオス・タイ・カンボジア・ベトナムの4カ国政府が設置し、タイ北部の黄金の三角地帯より下流側のいわゆる「下流域」を対象として、当時の国連アジア極東経済委員会（ECAFE）の基につくられた。当時は、日本やアメリカなどの先進国の支援を受けて、メコン河の豊富な水資源に的を当てた洪水調節・灌漑農業・水力発電などの開発が計画され、いくつかのダムが建設された。以下メコン委員会の経過概要である。

1957.10 「メコン河下流域調査調整委員会」発足

1958.2 ホイラー報告書提出、調査五カ年計画勧告

国連は第一次五カ年支援計画決定

- 1962.1 ホワイト報告書「メコン河下流域地域開発の経済・社会的側面」提出
- 1963 第二次五カ年支援計画発表
- 1965.8 メコン河下流域総合開発 10 カ年計画発表  
これまでの水資源開発計画だけでなく、関連分野としての港湾、民間航空、都市計画、工業、農業、漁業、森林、道路、通信、公衆衛生、教育など広範な開発計画を含む
- 1970.11 **Indicative Basin Plan** を発表  
計画目標を 2000 年とするメコン河か流域総合開発基本計画  
支流開発をねらいとする短期計画（1971－1980）と本流開発を中心とする長期計画（1981－2000）の二段階に分けられる
- 1975.4 カンボジア、南ベトナムの首都陥落により、メコン委員会活動中止
- 1977.4 カンボジア以外の三ヶ国でメコン委員会再開に向けて協議開始
- 1978.1 三ヶ国で暫定委員会に関する宣言に署名、再開
- 1988.1 **Indicative Basin Plan** 提出
- 1993.2 旧メンバー4 カ国で UNDP 支援メコン・ワーキンググループ会合
- 1995.4 タイのチェンライで 4 カ国代表（中国・ミャンマーはオブザーバー）「メコン河流域の持続可能な開発のための協力に関する協定」に署名  
新しく「メコン河委員会」発足

出典：立命館国際研究所「メコン河流域の開発と環境を考える・笠井利之」より

新しく発足した「メコン河委員会」は、それまでのメコン河下流域に着目したものではなく、メコン河下流域のほかに、上流部の中国・ミャンマーの将来協定の合意・加盟を可能にするものとなった。このメコン河委員会は、流域開発計画の策定に加え、水利用及び流域間分水のための規則の策定・実施、水量・水質基準のガイドライン作成・監視を求めている。また、メコン委員会の構成は、意思決定機関としての理事会、合同委員会、事務局から成っている。

メコン河上流を視野に入れ、幅広い分野での包括的な河川流域開発を想定する「メコン河委員会」だが、実際は上流国のダム建設による利益追求、それに対する下流国の諸問題などを背景に、上流国と下流国との温度差は明確なものとなっている。これからのメコン河委員会は、この温度差を縮め、上流国・下流国双方にインセンティブが生じるような政策を考えていく必要がある。

このように、実際はメコン河委員会によって、上流国と下流国の間の問題は解決されていない。私たちは、メコン河における開発、とりわけ現在タイにおけるダム建設計画が下流国ベトナムとの間で問題になっている点に着目した。

以上を受けて、第 3 章では本論のテーマであるメコン河における上流国と下流国の最適な水配分を考えていく上で、上流国タイ、下流国ベトナムやその中のメコンデルタについて詳しく掘り下げて進めていく。

### 第3章 メコン河の上流国と下流国

#### 3-1 上流国 タイ

##### 3-1-1 地理

タイはインドシナ半島のほぼ中央に位置し、4カ国と国境がある。中部平野、東部海岸、東北部高原、北西部山岳、南部半島の5地域、全国76県に区分され、国土の大半を平野が占めており、農地面積は国土の40%にも及ぶ。面積は51万3,115km<sup>2</sup>で日本の約1.4倍にあたり、フランスと粗同じ大きさである。人口は約6487万人で国全体の人口密度が117人/km<sup>2</sup>なのに対し、首都バンコクは5111人/km<sup>2</sup>となっており、格差が広がっている。

##### 3-1-2 気候

タイは熱帯モンスーン気候帯に属し、3月～5月の暑気、6月～10月の雨季、11月～2月の乾季の三つの季節があり、年間平均気温が約28℃。年間を通じて気温は高く、温度差は小さい。

##### 3-1-3 経済

タイの主要産業は製造業である。1950年に世界銀行の勧告を受け国営中心から民間、外資による工業化へと産業政策を転換した。結果GDPの業種別内訳は、農水産業の比重は年々下がり、製造業の比重が大きくなり、1980年代に追い越し差は大きくなる一方で、その傾向は今も変わっていない。GDPは21兆3444億円で、一人当たりGDPは33万5,311円でGDP成長率は2002年以降+5%の高水準を保っている。

##### 3-1-4 エネルギー・開発

タイのエネルギー消費量は1971年以降現在に至るまで全体的に増加傾向にある。部門別では産業と運輸部門が大きな割合を占めており、2002年での占有率は、産業が39%、運輸が34%である。民生部門の占有率は減少しており、現在16%になっている。民生部門のエネルギー種別割合は2002年でバイオマス燃焼が主の再生可能性エネルギーが30%以上を占めており最も大きい。以下電力22%、石油20%と続き、石炭、ガス、熱供給は0%である。しかし10年間の推移では最大消費である再生可能エネルギーがほぼ横ばいであるのに対して、電力と石油は年率10%程度の増加傾向にある。現在増加するエネルギー需要に対して新たなエネルギー供給源として各地に新たな発電所建設計画があるが、周辺の村に深刻な健康被害をもたらす厳しい批判を受けている。

##### 3-1-5 タイの農業

タイは国民の4割が農業に従事する伝統的な農業国である。しかし1981年には総生産額(GDP)の21.4%を占めていた農業だが、1990年には12.4%とその割合は低下する一方

である。総輸出額に占める農産物のシェアも 1992 年に 50%強だったのが 1990 年には 21.2%まで下ってきている。要因としては農地を増やす余地がほとんどないこと、またタイが輸出する農産物の価格が一向に上昇しないことが考えられる。

タイの農地面積は 1999 年において 2101 万 ha と日本の 4.1 倍であり、そのうち水田が 5 割を占めている。農家戸数は日本の 1.9 倍の 5793 千戸、一戸あたりの農地面積は 3.7 ha で日本の 2.4 倍である。タイでは農業は基本的に稲作に依存しているが、その他の農産物としてはサトウキビ、天然ゴム、キャッサバ、メイズ、熱帯果実があり、養鶏も盛んである。

### 3-1-6 東北タイ

タイにおいて東北部はラオスとの国境であるメコン川流域近くの一帯を指す。東北部はタイの中心的な農業地帯であり、農業総人口のおよそ半分を占める。しかし雨量が少なく土壌条件が悪く、また灌漑も発達していないため農作物が育ちにくい環境にある。タイ東北部の田畑面積は全国の田畑面積の 44%にあたるが、そのうちの 12%しか灌漑されておらず大部分は未だ伝統農法に頼っている。加えて毎年の収量変動が激しいことからタイの中でも貧困地域の代表格になっている。

東北タイと中央部タイ、全国平均を比較すると、バンコクの背後に広がる平野部の中央部タイは灌漑が普及し一部では稲作の 3 期作も可能であることから最も所得の高い農業地帯である。これに対しメコン流域にある東北タイは 1 戸あたりの農地面積は全国平均より若干小さいだけだが、灌漑が進んでおらず天水に依存しているので 2 期作すら困難な状況にあり単収も低い。主力農作物は米で全農地面積の 65%を占めている。その他トウモロコシ、キャッサバなどの畑作の導入も盛んである。(表 3 参照)

表 3 2001/2002 年度 東北タイの農家・農家経済概要

|        | 農家世帯数(万戸) | 農業人口(万人) | 農地面積(ha/戸) | 灌漑比率(%) |
|--------|-----------|----------|------------|---------|
| 東北タイ   | 273       | 1,246    | 3.5        | 9.3     |
| 中央部タイ  | 81        | 370      | 4.7        | 55.3    |
| 全国     | 566       | 2,504    | 3.7        | 23.5    |
| 農家年間経済 | 純農業収入(₪)  | 農外収入(₪)  | 純農家所得(₪)   | 債務残高(₪) |
| 東北タイ   | 334       | 1,263    | 1,597      | 484     |
| 中央部タイ  | 1,655     | 1,653    | 3,308      | 715     |
| 全国     | 722       | 1,322    | 2,054      | 498     |

資料 農業経済局

(注) 年度は 4～3 月。農地面積、灌漑比率は 99 年。1 ₪ = 44,477 バーツ

出典：<http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/r0409in2.pdf>

同じメコン流域で比較してもタイの農産物の生産性は低い。表 4 の流域 4 カ国の籾米の生産量を見ると、比較的上流に位置するタイは流域内田地面積 420 万 ha に対し籾米生産



量は714万トンであり収量は1.7t/h aだが、より下流に位置するベトナムを見ると流域内田地面積200万h a、籾米生産量740万トンよりその収量は3.7t/h aとなっていることから籾米に対し高い生産性を持つことが分かる。

表4 流域4カ国の籾米生産（1995）

|     |                   | カンボジア | ラオス   | タイ     | ベトナム   | 合計     |
|-----|-------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 全土  | 田地面積 (1,000 ha)   | 1,600 | 700   | 9,600  | 5,900  | 17,800 |
|     | 収量 (ton/ha)       | 1.1   | 1.9   | 2.1    | 2.8    | 2.2    |
|     | 籾米生産量 (1,000 ton) | 1,760 | 1,330 | 20,160 | 16,520 | 39,770 |
| 流域内 | 田地面積 (1,000 ha)   | 1,600 | 700   | 4,200  | 2,000  | 8,500  |
|     | 収量 (ton/ha)       | 1.1   | 1.9   | 1.7    | 3.7    | 2.1    |
|     | 籾米生産量 (1,000 ton) | 1,760 | 1,330 | 7,140  | 7,400  | 17,630 |

[文献2.9]

出典：メコン河 堀博著 古今書院

### 3-1-7 ダム

東北タイの生産性を高める手段として考えられるのが、灌漑による二毛作である。これを可能とするため東北タイの水不足解消を目標に、タイ政府はタイ東北部のムーン川およびその支流チー川へメコン河の水を導水し27のダムによって灌漑を行うという大規模灌漑プロジェクトを企画し着手した。これが通称コンチムン計画である。1991年に発表された総工費400億ドル、工期42年と言われるこの大規模開発プランは二段階に分かれており、第一段階ではチー川、ムーン川両方にダム及び堰の建設、第二段階ではメコン本流から両支流ダムに導水し取水する工事を行う。

しかしこの工事は着工されたものの、タイの計画はメコン川の水を減少させ下流国に弊害をもたらすものであるという下流国ベトナムからの大反発を受けて第二段階の途中で中止に追い込まれた。「メコン川の水利用は国際的な視野から長期的、包括的に慎重に検討し各国の同意を得て実施すべきであり、不用意に自国の都合で始めてはならない」というのがベトナムの主張である。現在、東北タイの工業化の進展により若干タイの水需要は緩和したとも言われているが、依然として水不足は深刻なままであり、今もメコン支流からの分水計画を進めているが、タイ・ベトナム両国政府の間に妥協は成立しておらずこの問題は未解決のままである。

## 3-2 下流国 ベトナム

### 3-2-1. 地理

ベトナムはインドシナ半島の南東に位置し、国土は南北 1,650km、東西 600km、面積は 32 万 9,241 km<sup>2</sup>に広がる。インドシナ半島の太平洋岸に平行して南北に伸びるチュオンソン山脈の東側に国土の大半が位置するため、東西の幅は最も狭い場所で 50km である。北と南にそれぞれデルタがあり、北のデルタは紅河によるもので、首都ハノイが位置し、南のデルタはメコン川によるもので、最大の都市ホーチミンを擁する。人口は 2006 年においては 8,411 万人であり、これは前年比で 1.18%の増加である。

### 3-2-2. 気候

ベトナム全土は北回帰線よりも南に位置し、赤道近くまで伸びるため、南西モンスーンの影響を強く受ける。7 月から 11 月まで台風の影響を受け、特に国土の中央部が被害を受けやすい。北部は温帯性の気候であり、4 月から 10 月までが雨季となる。首都ハノイの平均気温は 1 月が 16 度、7 月が 29 度と温暖な気候である。年平均降水量は 1,704mm。チュオンソン山脈の影響により、山岳地帯では降水量が 4,000mm を超える場所もある。南部は熱帯性気候で、平均気温は 1 月が 18 度、7 月が 33 度だが平均降水量は 1,000mm と少ない。

### 3-2-3. 経済

ベトナムの主要産業は農林水産業と工業である。GDP は 604 億米ドルとされ、1 人当たり GDP は 715 米ドルとされている。経済成長率は 2006 年に 8.17%である。1986 年第 6 回党大会において決定されたドイモイ政策により、1989 年頃より経済成長が始まった。近年においては一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進め、2007 年 1 月には WTO に正式に加盟をした。

### 3-2-4 エネルギー・開発

ベトナムにおいて、1人あたりの電力消費量はアジアの中で最低の部類に属したが、近年需要が急速に伸びてきている。商業部門の急成長、都市部への人口移動、生活水準の向上のすべてが需要の伸びに貢献している。北ベトナムでは電力不足を補うため中国から電力を購入しており、2008 年にはラオスからも輸入を始める計画である。2020 年までに地域の送電網をパッチングしながら、国家規模の送電網を建設する予定である。雨季に貯水し乾季に排水するという季節型貯水池を利用する発電所も含め、水力発電に対しては積極的な姿勢を見せている。季節型の貯水池は最大水深を引き下げ乾季の最低水流を引き上げ、流量を安定化させる働きがあるため、災害からの保護、農業開発、堆積物制御などに効果がある一方で、年間の流量パターンを変化させるので、漁業生産性に影響を及ぼすという負の影響も併せ持つ。

ダムを建設するにあたっての生態系への影響、現地住民の立ち退きに対する補償問題、送配電

網の効率性の問題、エネルギー節約的ではない製造業の技術などが問題として挙げられる。

### 3-2-5 ベトナムの農業

ベトナムの農業は北部の紅河デルタと南部のメコンデルタで平地の 81%を占め、殆どが行われている。中でも米はベトナム人の主食であり、また重要な輸出産物である。1986 年以降右肩上がりな恒常的な輸入国だったベトナムは 89 年以降コメの輸出国に転じ、今やタイに次ぐコメの輸出国となっている。その為米はひたすら量的拡大が求められ、劣等地へも生産拡大が進められた。結果肥沃なデルタ地帯では 6 t/ha 以上の生産をあげる一方、山間地や土地条件の悪いところでは 2 t/ha 程度のところもある。

このようなコメの量的拡大政策は 2001 年に転換点を迎えた。この年にベトナム農業省は 2010 年までの食糧安全保障政策を打ち出し、稲作に関しては 30 万 ha の減反を実施する一方で、紅河・メコン両デルタに政府の投資を集中させることとした。理由は、国際的なコメ価格の下落で、2001 年のコメ輸出は、数量では前年比 7%増にもかかわらず、金額では 6%の低下となった。

米に次ぐ第二の食料作物はトウモロコシで、2001 年の生産量は約 216 万トン、またサツマイモやキャッサバなどの生産も盛んである。

### 3-3-6 メコンデルタ

メコンデルタによって作られた総面積 49,520 km<sup>2</sup>の巨大な三角洲がメコンデルタである。河川と水路が複雑に入り組んだこの湿地帯は世界の一大穀倉地帯として知られており、肥沃な土地が広がっている。その土壌はメコン河流域河川の浸食・運搬作用によって堆積した粒の細かい土砂、シルト分、粘土などによって構成されている。

メコンデルタにおける年間降水量はおよそ 2,000mm 程度であり、総量として考えると極端に多い降水量とは言えず、この程度の雨量は日本のような温帯でも十分に記録される。一方で、メコンデルタを含むベトナムの降水パターンは場所・時期に大きな偏りを持っているのが特徴である。これが、年間を通じた水資源の安定した確保という点で大きな不利益をもたらしている。下流デルタ地域でのメコン川の流量の季節変化は激しく、増水期ピーク時平均で毎秒 4 万トン、乾季の渇水期の最低は僅か毎秒 1,800 トンという大きな変動幅となる。同時に、増水期と渇水期の水位の変動幅も 3~5m にも達する。そして、雨季には河口から押し上げてくる潮汐の運動と河川の流量が重なり合うことによって、デルタ地域のうちでも特に水位の高くなる上・中流部では一面が水に覆われた氾濫原となる。つまり洪水が起こるわけだが、メコンデルタでは、日本などで起こる破壊的な洪水ではなく、水位が徐々に上昇し、深い浸水状態が数ヶ月間続き、平年以上に水位が上昇するか、もしくは平年以上に浸水期間が長引いた場合に、被害がもたらされる「洪水」となる。特に、このメコン川の場合に他の東南アジアの大河川とは違って、増水が比較的緩やかな形で進行するのは、基本的には増大した流水が河川の自然堤防を乗り越えて広い開放デルタ一面に

拡散するためであるが、そのほかにもカンボジアの北西部にあるトンレサップ湖の影響によって緩和することが挙げられる。

メコンデルタでの現在の主な農業は米作である。メコンデルタの米生産量は集約化によって飛躍的に増加してきた。域内 12 省全体の年間総生産量は 1980 年の 530 万トンから 1990 年には 948 万トン、さらに 2000 年には 1,670 万トンへと 20 年間で 3.2 倍に増加した。この増加の直接の原因は、①水田面積の増加、②2 期作、3 期作の増加に伴う作付延面積の増大、③単収の増加である。しかし、将来的にはメコンデルタのコメ生産はこれまでの増加傾向から一転して今後は停滞、ないし減少傾向に転じることが予測されている。今後は、国の農業政策基調において 2000 年に打ち出された「農業システムに関する経済構造改革計画」によって米作農業偏重から地域条件に応じて多様な商品生産農業の振興がされる予定である。その結果、一部の地域、たとえばえび養殖の盛んな地域では、米作付面積が大幅に減少し、えび養殖池の面積が増加するだろう。

### 3-3-7 洪水

メコンデルタ地域の洪水災害は、5 月末から 12 月の始めまでの雨季に集中し、地域によって若干異なるもののおおむね 9 月から 10 月にそのピークを迎える。洪水現象は毎年繰り返されているものであり、日本などの山岳地急流河川が引き起こす降雨に対するレスポンスが早い流出現象とはまったく異なる規模と発生形態を有している。メコンデルタの場合にはメコン川の上流域で降った雨が流出し、中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジアの全長 4,000km 以上にまたがる長大な流域から影響を受けるため、降雨量と流出量の関係を単純に測ることは極めて困難である。また、カンボジア領内で天然の洪水調節を行っているトンレサップ湖へメコン川本流の流量が逆流したり、洪水の最盛期にはデルタ内の 2 大支流を経ずに直接流れ込む洪水が存在するなど、水の流れは非常に複雑な条件にある。トンレサップ湖がメコンデルタの洪水と乾季の流量配分に及ぼす影響は非常に大きい。

洪水は農業の生産性に対して甚大な影響を及ぼす。ベトナムデルタの北部、カンボジアとの国境付近の一带では浮き稲という洪水に耐えうる品種が主に育てられている。これは洪水によりメコンデルタの大半が雨季の 4~6 ヶ月間冠水する事を考慮してのことであるが、一方でこの品種は大変収量が低い。洪水は農作物の作付け可能な品種を限定するなど農業の選択の幅を狭める為、農業の生産性を低下させる要因となり得るのである。

### 3-3-8 塩水

メコンデルタ沿岸に位置する南シナ海は干満差が非常に大きく、最大で干満差は 4m にも及ぶ。その為河川の流量減少と大きな干潮差により乾季になると平均的な年で 50km までメコン川へ海水が浸入する。この塩水遡上は灌漑用水や土壌内の塩分をさせるため農業生産面で多大な負の影響を及ぼす。図 3 は表層水における 10 あたりの塩分濃度を、等値線を用いて表したものである。メコン河口付近に近づく程その濃度は高くなっている。先行の

研究によるとこの塩分濃度はメコン河の流量が増加するにしたがって低下するとされている。

図3 表層水における 10あたりの塩分濃度

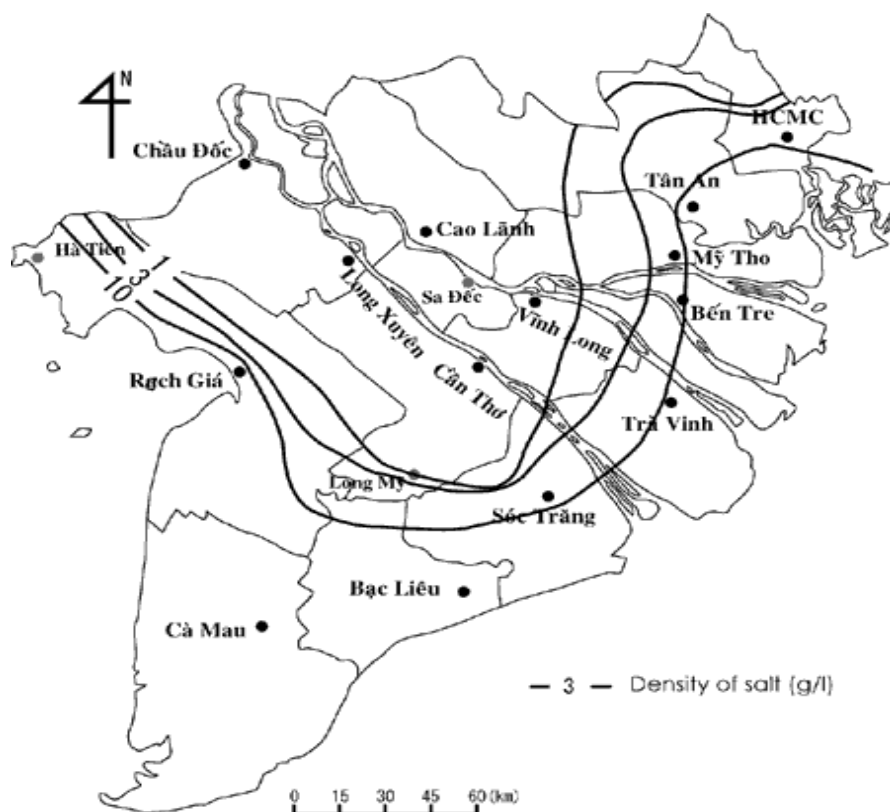


Fig. Density of salinity in surface water in Mekong Delta

出典：メコンデルタの洪水 (<http://cantho.cool.ne.jp/mekong/water/flood.html>)

第3章では上流国であるタイ、下流国であるベトナムの細かい特徴、そしてメコン河流域の大きな特徴であるメコンデルタについて述べた。その中で私たちは上流国でのダム建設と、それによる下流国への水配分に注目した。

以上を受けて、第4章ではこれまでの内容をもとに、国際河川の上流国と下流国の2国を想定し、モデルを使った現状と社会的最適点の分析をしていく。また、現状を社会的最適点に近づけるための政策の提案も行っていく。

## 第4章 モデル分析

ここまでの問題点を整理すると、上流国であるタイにおいてメコン川のダム開発計画が、下流国ベトナムの反発を受けて、中止となったが、問題は解決されていない。下流国のベトナムでは特にメコンデルタにおいて農業が盛んであり、それに比べてタイの生産性は低くなっている。また、下流国であるベトナムにおいては雨季の洪水被害が問題となっている。

ここでは、国際河川における上流国・下流国について、その水配分をモデルを設定して現状と社会的最適点を見ていく。

### 4-1 現状分析

ある国際河川において、上流国1と下流国2を想定する。

この河川は雨季には多くの降水により流量は無量大にあり、乾季には降水がほとんど無いため流量はゼロである、と仮定する。雨季・乾季を通した河全体の流量は $\bar{X}$ で表され、これはつまり雨季に流れる水量と等しい。

河川の水利用の特徴として、その取水を行う地域によって優劣が異なる事が挙げられる。河川は上流から下流に流れるものであり、上流での取水は、下流の水利用者に対して事実上の優先的地位を得ることとなることは明らかである。このことは国際河川においてはより顕著に現れる。というのも、上流地域と下流地域で国家が別れるため協議と合意が形成されにくい。上流国が自国の利潤を追求し、水利用の限界便益が0に等しくなる点まで取水努力を続けると、下流国の限界便益が高いにもかかわらず水の利用ができないという事態が起こる。

このことを踏まえ、上流国が雨季に使う水量を $x_1^r$ 、乾季に使う水量を $x_1^d$ 、下流国が雨季に使う水量を $x_2^r$ 、乾季に使う水量を $x_2^d$ とする。われわれの分析では便宜上、水使用により水質が低下することは考えない。この論文では水質の低下は即ち、水利用における生産性の低下を意味し、これも水量の低下として考察する。上流国は乾季に使う水を、ダムを作ることによって貯めておくことができるが、下流国はダムが無いので自国で使う水を貯めることは出来ない。また、雨季には多くの水によって、下流国に洪水被害をもたらしていると考える。

現状では、雨季には大量の水が、乾季にはほとんど水が流れていないと仮定する。上流国は自国のみが乾季に水を利用するためのダムを建設しているため、乾季に使う水の分を確保することが出来る。一方で、ダムを持っていない下流国は雨季に乾季の分の水を貯めることが出来ない。また、意思決定はすべて雨季に行われる。

ここまでのことを整理すると、

$\bar{X}$  : 河川全体の流量

$x_1^r$  : 上流国 1 の雨季の取水量

$x_1^d$  : 上流国 1 の乾季の取水量

$x_2^r$  : 下流国 2 の雨季の取水量

$x_2^d$  : 下流国 2 の乾季の取水量

なお、雨季を 1 期、乾季を 2 期とする。

上流国 1 が雨季に水を使うことにより得られる利潤を  $\pi_1(x_1^r)$ 、乾季に水を使うことによる利潤を  $\pi_1(x_1^d)$  とする。ここで、

$$\pi_1' > 0, \pi_1'' < 0$$

と仮定する。

ダム の 維持費用を  $I(x_1^d)$  とする。  $I' > 0$  と仮定する。

ダム の 建設費用については定数なので、分析には入ってこないため、ここでは割愛する。

これにより、上流国 1 の社会的厚生関数  $W_1$  は、

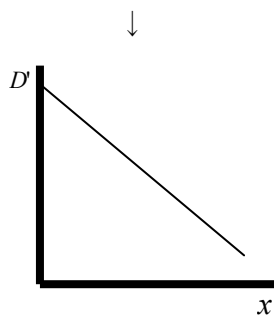
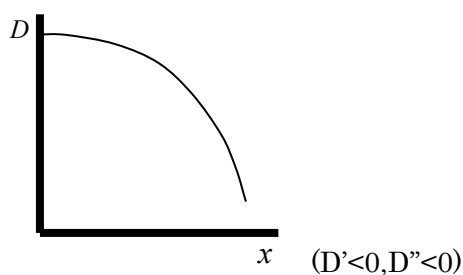
$$W_1 = \pi_1(x_1^r) - I(x_1^d) + \pi_1(x_1^d)$$

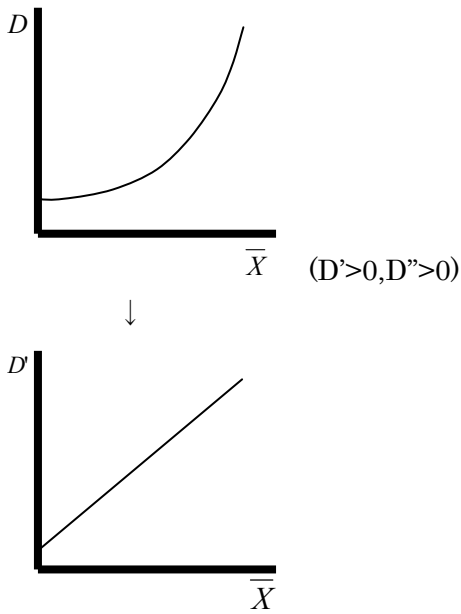
として表される。

次に、下流国 2 について考える。

下流国 2 が雨季に水を使うことにより得られる便益を  $\pi_2(x_2^r)$ 、乾季に水を使うことによる便益を  $\pi_2(x_2^d)$  と表すとする。ここで、乾季の水量はゼロであると仮定するため、下流国 2 が乾季に使える水の量  $x_2^d$  はゼロである。下流国 2 は雨季における洪水の被害を受けるため、

それを  $D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d)$  と表すとする。また、D は以下のようなグラフで表されるとする。





これは、下流国 2 の洪水被害が川の流量から、上流国 1 が使う水の量を引いたもの、つまり下流国 2 に流れてくる水量の関数で表されるということを意味している。これにより、下流国 2 の社会的厚生関数  $W_2$  は、

$$W_2 = \pi_2(x_2^r) - D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d) + \pi_2(x_2^d)$$

として表されると仮定する。

各国 1、2 は自国の利潤を最大化することのみを考える。

まず 1 階の条件として、上流国 1 は

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_1^d} = \pi_1'(x_1^d) - I'(x_1^d) = 0 \quad (2)$$

これを満たす  $x_1^r = x_1^{r*}$ 、 $x_1^d = x_1^{d*}$  とする。これは、国際河川の特徴から上流国 1 が川の水の使用量について優先権を持っているため、下流国 2 にとって所与となることを意味している。

以上より、下流国 2 の社会的厚生関数は

$$W_2 = \pi_2(x_2^r) - D(\bar{X} - x_1^{r*} - x_1^{d*})$$

と表される。

下流国 2 が自国の利益を最大化すると、



$$\frac{\partial w_2}{\partial x_2^r} = \pi_2'(x_2^r) = 0 \quad (3)$$

となる。

ここにおいて、 $x_2^d$  がゼロのため、乾季における下流国Bの利潤は考えないこととする。

各国が自国の利益のみを考える場合、

(1) は、雨季における上流国1は、限界利潤がゼロになるまで取水する。

(2) は、乾季における上流国1は、限界利潤がダム限界維持費用に等しくなるところまで貯水する。

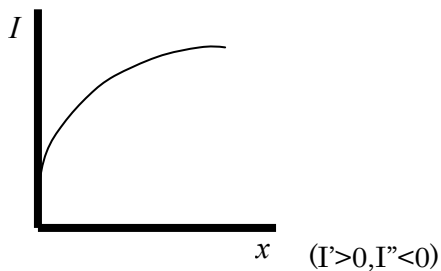
$$\pi_1'(x_1^d) = I'(x_1^d)$$

(3) は、雨季における下流国2は、限界利潤がゼロになるまで取水する。

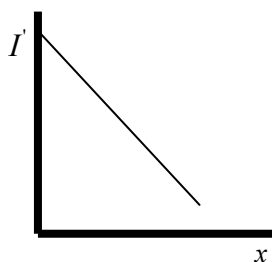
#### 4-2 社会的最適

次に社会的最適になる場合を考える。

社会的最適な場合というのは、両国が協力し、両国の利潤の和を最大化する場合のことである。このとき、上流国は、乾季の下流国の使用量も考慮して貯水するため、 $x_2^d$  が生じる。そこで、乾季における下流国の利潤が  $\pi_2(x_2^d)$  で表され、ダム維持費用は、 $x_2^d$  を含めた  $I(x_1^d + x_2^d)$  と表される。また  $I$  は以下のようなグラフで表されるとする。



↓



また、洪水被害も  $x_2^d$  分の水量が減るため、 $D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$  として表される。

ここで、上流国 1 と下流国 2 の和  $W_1 + W_2$  は、

$$W_1 + W_2 = \pi_1(x_1^r) - I(x_1^d + x_2^d) + \pi_1(x_1^d) + \pi_2(x_2^r) - D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) + \pi_2(x_2^d)$$

として表される。

まず 1 階の条件として、

$x_1^r$  で微分すると、

$$\frac{\partial(w_1 + w_2)}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (4)$$

$x_1^d$  で微分すると、

$$\frac{\partial(w_1 + w_2)}{\partial x_1^d} = -I'(x_1^d + x_2^d) + \pi_1'(x_1^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (5)$$

$x_2^r$  で微分すると、

$$\frac{\partial(w_1 + w_2)}{\partial x_2^r} = \pi_2'(x_2^r) = 0 \quad (6)$$

$x_2^d$  で微分すると、

$$\frac{\partial(w_1 + w_2)}{\partial x_2^d} = -I'(x_1^d + x_2^d) + \pi_2'(x_2^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (7)$$

とそれぞれ表される。

これらを満たすとき、

$x_1^r = x_1^{r**}$ 、 $x_1^d = x_1^{d**}$ 、 $x_2^r = x_2^{r**}$ 、 $x_2^d = x_2^{d**}$  とする。

(4) については、雨季における上流国の限界利潤が、 $x_1^r$  を 1 単位増やすことによって軽減される洪水被害と等しくなることである。

$$\pi_1'(x_1^r) = -D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$$

なぜなら、便宜的に  $X = \bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d$  とおいたとき、

洪水被害  $D(X)$  は取水後の水量  $X$  の増加関数なので、 $\frac{\partial D(X)}{\partial X} > 0$  となる。

また、 $X$  は、 $x_1^r$  の減少関数なので、 $\frac{\partial X}{\partial x_1^r} > 0$  となる。

よって、

$$\frac{\partial D(X)}{\partial x_1^r} = \frac{\partial D(X)}{\partial X} \cdot \frac{\partial X}{\partial x_1^r} < 0$$

以上より、

(4)は雨季の上流国の限界利潤が  $x_1^r$  を1単位増やすことによって軽減される洪水被害と等しくなることを意味している。

(5)については、乾季の上流国の限界利潤が、ダム限界維持費用と  $x_1^d$  を1単位増やしたときに軽減される洪水被害の和と等しくなるまで取水することを表している。

$$\pi_1'(x_1^d) = I'(x_1^d + x_2^d) - D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$$

(6)については、雨季における下流国は、限界利潤がゼロになるところまで取水することを表している。

(7)については、乾季における下流国は、限界利潤がダム限界維持費用と  $x_2^d$  を1単位増やしたときに軽減される洪水被害との和と等しくなるまで上流国に貯水してもらうことを意味する。

ここで、現状と社会的最適になる場合とを比較していく。

$x_1^{r*}$  と  $x_1^{r**}$  を比べると、

$$\pi_1'(x_1^{r*}) = 0 \tag{1}$$

$$\pi_1'(x_1^{r**}) + D'(\bar{X} - x_1^{r**} - x_1^{d**} - x_2^{d**}) = 0 \tag{4}$$

を考えたとき、

$$D'(\bar{X} - x_1^{r**} - x_1^{d**} - x_2^{d**}) < 0$$

であるため、

$$\pi_1'(x_1^{r*}) < \pi_1'(x_1^{r**})$$

となる。

また、仮定より、

$$\pi_1' > 0, \pi_1'' < 0$$

であるから、

$$x_1^{r*} > x_1^{d**}$$

となる。

次に、 $x_1^{d*}$  と  $x_1^{d**}$  を比べると、

$$\pi_1'(x_1^{d*}) - I'(x_1^{d*}) = 0 \quad (2)$$

$$\pi_1'(x_1^{d**}) - I'(x_1^{d**} + x_2^{d**}) + D'(\bar{X} - x_1^{r**} - x_1^{d**} - x_2^{d**}) = 0 \quad (5)$$

を考えたとき、

$$I' > 0$$

より、

$$I'(x_1^{d*}) < I'(x_1^{d**} + x_2^{d**})$$

となる。これと、

$$D'(\bar{X} - x_1^{r**} - x_1^{d**} - x_2^{d**}) < 0$$

より、

$$\pi_1'(x_1^{d*}) < \pi_1'(x_1^{d**})$$

となる。

また、仮定より、

$$\pi_1' > 0, \pi_1'' < 0$$

であるから、

$$x_1^{d*} > x_1^{d^{**}}$$

となる。

$x_2^{r*}$  と  $x_2^{r^{**}}$  を比べると、

$$\pi_2^i(x_2^{r*}) = 0 \quad (3)$$

$$\pi_2^i(x_2^{r^{**}}) = 0 \quad (6)$$

より、明らかに  $x_2^{r*} = x_2^{r^{**}}$  である。

$x_2^{d^{**}}$  について考えるとき、仮に、現状の乾季の下流国における使用量を  $x_2^{d*}$  とおいたとき、

$x_2^{d*} = 0$  なので、 $x_2^{d*} < x_2^{d^{**}}$  となる。

$x_1^{r*} > x_1^{r^{**}}$ 、 $x_1^{d*} > x_1^{d^{**}}$ 、 $x_2^{r*} = x_2^{r^{**}}$ 、 $x_2^{d*} < x_2^{d^{**}}$  より、現状の上流国は社会的最適点と比べて過剰に取水しており、また、下流国においては乾季の水の取水量が社会的最適点よりも少ないことがわかる。

現状を社会的最適点に近づけるため、上流国は取水量を減らし、乾季の下流国の使用量を考慮した貯水を行うべきであることがわかる。

以下に、それを解決するためにはどうすべきかを提案する。

## 第5章 提案

### 5-1 水市場導入

現状を社会的最適点に近づける上で、水市場の導入を考えた。以下にそれを考察していく。

ここでは、上流国1と下流国2以外の経済主体は考えずに、2国間で水の取引を行うとする。上流国1が下流国2に、下流国の乾季の水の使用量 $x_2^d$ を売る。

水の1単位の値段を $p$ とおくと、売り手である上流国は、 $px_2^d$ の収入を得ることができ、買い手である下流国は $px_2^d$ の対価を支払う。

また、上流国は下流国に販売する分の $x_2^d$ を考慮するので、ダム維持費用は $I(x_1^d)$ から $I(x_1^d + x_2^d)$ となり、洪水被害も $D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d)$ から $D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$ となる。

よって、

$$w_1 = \pi_1(x_1^r) - I(x_1^d + x_2^d) + \pi_1(x_1^d) + px_2^d$$

$$w_2 = \pi_2(x_2^r) - D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) + \pi_2(x_2^d) - px_2^d$$

と表される。

以下、利潤最大化を計る。

上流国においては、

$$\frac{\partial w_1}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial w_1}{\partial x_1^d} = \pi_1'(x_1^d) = I'(x_1^d + x_2^d) \quad (9)$$

これを満たす $x_1^r$ 、 $x_1^d$ は

$$x_1^r = x_1^{rM}, \quad x_1^d = x_1^{dM}$$

とする。

下流国においては、

$$\frac{\partial w_2}{\partial x_2^r} = \pi_2'(x_2^r) = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial w_2}{\partial x_2^d} = \pi_2'(x_2^d) + D'(\bar{X} - x_1^{rM} - x_1^{dM} - x_2^d) - p = 0 \quad (11)$$

これを満たす  $x_2^r$ 、 $x_2^d$  は

$$x_2^r = x_2^{rM}、x_2^d = x_2^{dM}$$

とする。

(9)は(2)と比べて、 $I'(x_1^d)$ は $I'(x_1^d + x_2^d)$ となる。

また、乾季の下流国には、 $\pi_2'(x_2^d)$ と $D'(\bar{X} - x_1^{rM} - x_1^{dM} - x_2^d)$ が生じる。

このとき、

価格  $p$  をダム限界維持費用である  $I'(x_1^d + x_2^d)$  と等しく設定すると、

乾季の下流国における社会的最適点(7)を満たすことが出来る。

$$\pi_2'(x_2^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) - I'(x_1^d + x_2^d) = 0 \quad (7)$$

$$\pi_2'(x_2^d) + D'(\bar{X} - x_1^{rM} - x_1^{dM} - x_2^d) - p = 0 \quad (11)$$

$$\Rightarrow p = I'(x_1^d + x_2^d)$$

以上より、水の取引を導入した場合、現状よりもより社会的最適点に近づいたと言える。

しかし、水市場を導入したのみでは、(4)と(5)式の限界洪水被害が含まれていないことが分かる。

<水市場導入>

$$\frac{\partial w_1}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial w_1}{\partial x_1^d} = \pi_1'(x_1^d) = I'(x_1^d + x_2^d) \quad (9)$$

$$\frac{\partial w_2}{\partial x_2^r} = \pi_2'(x_2^r) = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial w_2}{\partial x_2^d} = \pi_2'(x_2^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) - p = 0 \quad (11)$$

<社会的最適点>

$$\frac{\partial(W_1 + W_2)}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial(W_1 + W_2)}{\partial x_1^d} = -I'(x_1^d + x_2^d) + \pi_1'(x_1^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial(W_1 + W_2)}{\partial x_2^r} = \pi_2'(x_2^r) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial(W_1 + W_2)}{\partial x_2^d} = -I'(x_1^d + x_2^d) + \pi_2'(x_2^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (7)$$

この時、社会的最適と水市場導入との比較を考える。

$x_1^r$  について比較すると、

$$\pi_1(x_1^{rM}) < \pi_1(x_1^{r**})$$

より、

$$x_1^{rM} > x_1^{r**}$$

となる。

また、 $x_1^d$  について比較すると、

$$\pi_1(x_1^{dM}) < \pi_1(x_1^{d**})$$

より、

$$x_1^{dM} > x_1^{d**}$$

となる。

また、 $x_2^r$  について比較すると、

$$x_2^{rM} = x_2^{r**}$$



また、 $x_2^{dM}$  について比較すると、

$$x_2^{dM} = x_2^{d**}$$

となる。

そして、社会的最適にするためには、 $x_1^{rM}$ 、 $x_1^{dM}$  を減らす必要がある。

## 5-2 課税

では次に、上記を満たす政策を考える。そこで私たちは、上流国 1 に取水量に応じた税をかけることにする。

このとき、税を  $t(x_1^r + x_1^d)$  とする。これを考慮した式は、

$$W_1 = \pi_1(x_1^r) - I(x_1^d + x_2^d) + \pi_1(x_1^d) + px_2^d - t(x_1^r + x_1^d)$$

$$W_2 = \pi_2(x_2^r) - D(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) + \pi_2(x_2^d) - px_2^d + t(x_1^r + x_1^d)$$

となり、上流国にのみ注目すると、利潤最大化より、

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) - t = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_1^d} = \pi_1'(x_1^d) - t - I'(x_1^d + x_2^d) = 0 \quad (13)$$

となる。このときに、税率  $t$  を洪水の限界被害と等しく設定する。

$$t = -D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$$

これにより、社会的最適点が満たされる。

<課税後>

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) - t = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial x_1^d} = \pi_1'(x_1^d) - t - I'(x_1^d + x_2^d) = 0 \quad (13)$$

<社会的最適点>

$$\frac{\partial(W_1 + W_2)}{\partial x_1^r} = \pi_1'(x_1^r) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial(W_1 + W_2)}{\partial x_1^d} = -I'(x_1^d + x_2^d) + \pi_1'(x_1^d) + D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d) = 0 \quad (5)$$

$$\Rightarrow t = -D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$$

これはつまり、税率 $t$ を限界洪水被害 $-D'(\bar{X} - x_1^r - x_1^d - x_2^d)$ とおくことで、社会的最適が満たされることが分かる。

しかし、これは一国内においては成立するが、今回の題材のように国際河川の場合、上流国が下流国のために課税導入を受け入れるとは考えられない。そのため、この政策は現実的には達成するのが困難と考えられる。その点において、メコン委員会が中心となって国家間の調整を担っていくのが望ましいが、まだそれを満たす具体的な取り組みは打ち出されていない。

## 第6章 結論

以上の分析によって、メコン川という国際河川における水配分では水市場を導入すると、現状は社会的最適点に近づくことが分かった。そして、課税導入によって、社会的最適を満たすことは可能であるが、国家間の利害関係を考えると現実的ではない。では、課税をかけずに社会的最適点との乖離を埋めるにはどうすべきか。問題の所在は、上流国が過剰に取水していることにある。よって上流国の取水量を制限する必要がある。

通常ならば、洪水被害を軽減するために、下流国は上流国により多くの取水をしてもらおうと思われる。しかし、今回の分析で、下流国は上流国に取水を減らしてもらい、下流国に流れる流量を増やすことによって、より社会的最適に近づくという結論に至った。

## 第7章 参考文献

- ・ 水の世紀 村上雅博 日本経済評論社
- ・ ウォーター・ウォーズ ヴァンダナ・シヴァ著神尾賢二訳 緑風出版
- ・ メコン河開発:21世紀の開発援助 松本悟 築地書館
- ・ メコン河 堀博 古今書院
- ・ メコンデルタの洪水 <http://cantho.cool.ne.jp/mekong/water/flood.html>
- ・ メコン河流域開発 足立隼夫  
[http://www.jica.go.jp/branch/ific/jigyo/report/country/pdf/2001\\_04/18.pdf](http://www.jica.go.jp/branch/ific/jigyo/report/country/pdf/2001_04/18.pdf)
- ・ 足立隼夫の主張23～メコン川流域開発における主たる問題点～  
<http://my.reset.jp/~adachihayao/adachi040526.htm>
- ・ <http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/r0409in2.pdf>
- ・ 環境白書
- ・ 国連事務総長報告「世界の淡水資源についての総括的アセスメント」
- ・ World Development Report 1992
- ・ 京都府 HP
- ・ 総務省 統計局・統計研究所 HP <http://www.stat.go.jp/data/sekai/02.htm>
- ・ 国土交通省 土地・水資源局水資源 HP  
<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/index.html>