

## 国際河川メコン川の 水利用・管理システム

研究代表者  
農村工学研究所  
丹治 肇

## 研究のねらい 研究の緊急性と出口

### 研究の緊急性

- 人口増加と開発が急激に進んでいる
  - 灌漑施設の復旧の遅れ: 農民の漁民化
- 社会基盤、制度が未熟、貧困問題
- 水資源開発と環境の対立が表面化する危険が大

水資源  
水循環

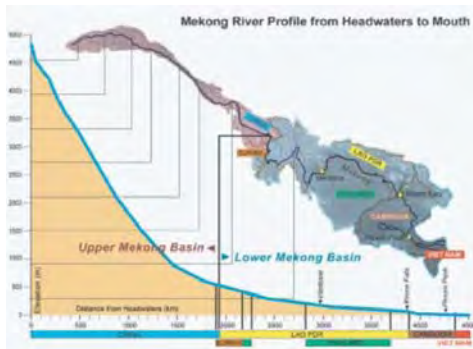
### 研究の出口

- 交渉に必要な水循環と水利用の現状把握とモデル化
- 持続可能な水利用ルール、社会制度、政策提言

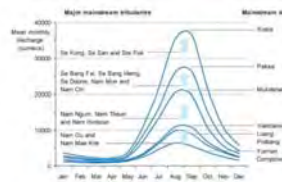
利用モデル

環境保全  
NPO

## メコン川の地形



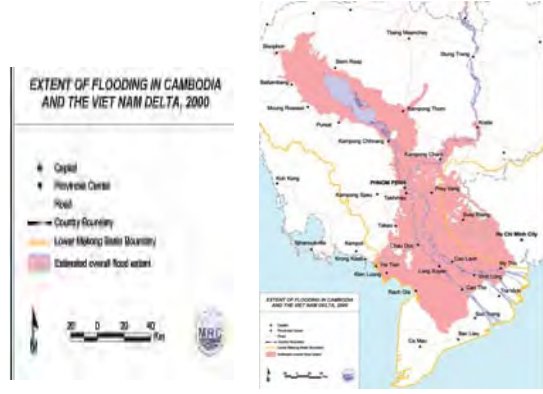
## メコン川の流量



River reach	Left Bank %	Right Bank %	Total %
China - Chang Saem	16	4	16
China - Chang Saem	1	4	5
Chang Saem - Luang Prabang	6	3	9
Luang Prabang - Chiang Khien	3	2	5
Chiang Khien - Vientiane	0	0	0
Vientiane - Nongkhai	0	1	1
Nongkhai - Nakhon Phanom	18	4	24
Nakhon Phanom - Muddalan	5	1	6
Muddalan - Pakse	6	6	12
Pakse - Stung Treng	23	3	26
Stung Treng - Kratie	1	0	1
<b>Totals:</b>	<b>68</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

Mainstream Site	Catchment area km²	Discharge volume km³	Yield m³/ha	as % total Mekong
Chang Saem	189,000	2,720	80	19
Luang Prabang	208,000	3,900	123	27
Chiang Khien	200,000	4,200	133	29
Vientiane	206,000	4,400	139	30
Nongkhai	302,000	4,800	142	31
Nakhon Phanom	373,000	7,100	224	49
Muddalan	38,1000	7,800	240	52
Pakse	545,000	9,700	289	63
Stung Treng	638,000	13,100	413	90
Kratie	646,000	13,200	416	91
<b>Basin Total</b>	<b>760,800</b>	<b>14,900</b>	<b>457</b>	<b>100</b>

## 2000年の洪水地域



Kompong Phluk's main street in the wet season is fully flooded, with all traffic moving on boats and barges. Each house becomes an island. The waters of the Tonle Sap begin to rise in June and reach full flood in early October.



Kompong Phluk's main street in the dry season after the lake's waters have receded.

## 発表の概要

1. 研究体制の概要
2. MRCは何を考えているのか？
3. 何がメコン川の問題か？誰が得をする？
4. 水循環と水利用の解明
  1. 水循環の解明
  2. 水利用の解明
5. モデルによる推定結果
  1. 水循環モデル
  2. 水配分モデル
  3. 経済モデル
6. 水利用政策のありかた

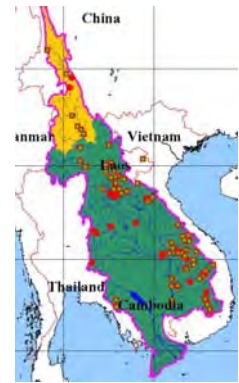
## 1. 研究体制

サブテーマ	主要研究グループ	研究機関
水循環と水利用(灌漑, 洪水, 塩水遡上)の実態解明とモデル化	水利用グループ	東京農工大学, 農業工学研究所, 東京大学, 山形大学, 筑波大学, 島根大学, ベトナム南部水資源研究所, ラオス国立大学
水循環と人間活動(農業, 林業, 漁業)の関係解明とモデル化	人間活動グループ	東京大学, カセサート大学, 国際農林水産業研究センター, ベトナム森林科学研究所南部支所
水循環の経済モデル	経済発展グループ	国際農林水産業研究センター, 東京大学
水利用と管理の政策提言	システムグループ	農業工学研究所, 東京農工大学, 東京大学, 国際農林水産業研究センター, 茨城大学

## 2. MRCは何を考えているのか？

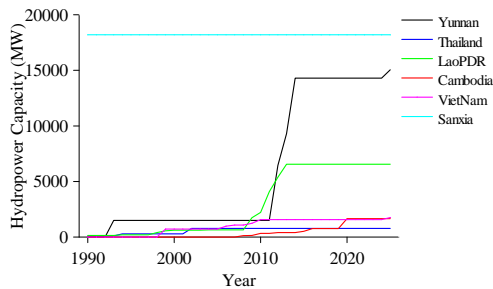
## MRCの展望

- 今後のメコン川の開発の進展に伴い水利調整が必要になるだろう。
- 開発案件では河川流量を左右する**発電ダム**と**灌漑**がポイントである。ただし、灌漑シナリオは未完である。
- 水利調整のためには、**流況の変化を事前に予測し、便益に注目して、水利調整ができるモデルDSF** (Decision Support Framework) を準備する。



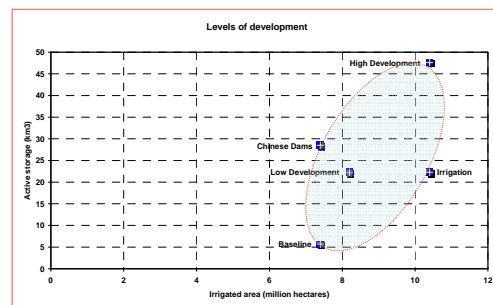
ダムの位置 赤丸: 既存 緑: 計画

## 発電ダム開発計画



ダム計画を積み上げたもの、具体的な灌漑計画は少ない

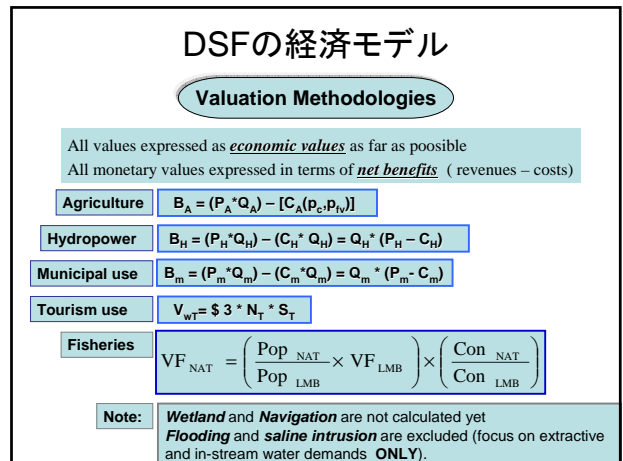
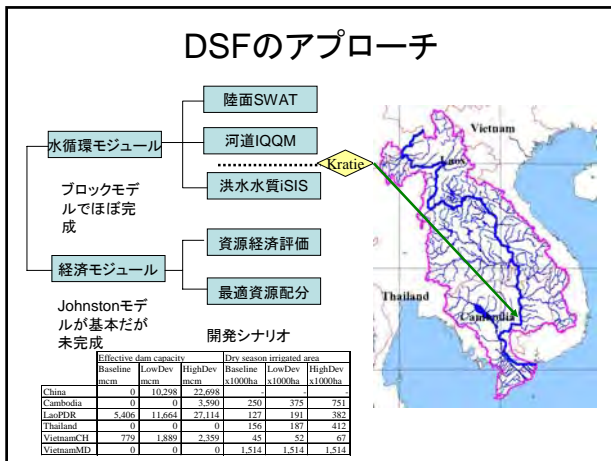
## DSFの全検討



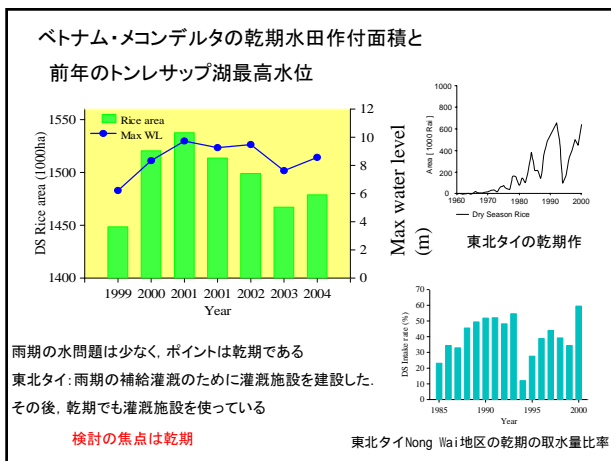
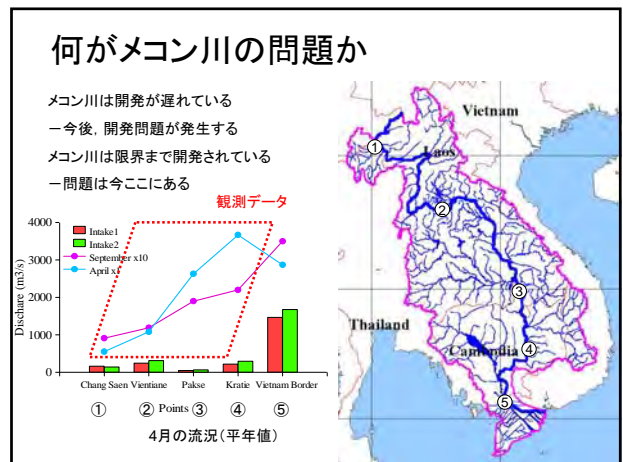
Δ in flow, Δ in population, Δ in tourism, Δ in irrigation, etc.



Scenarios

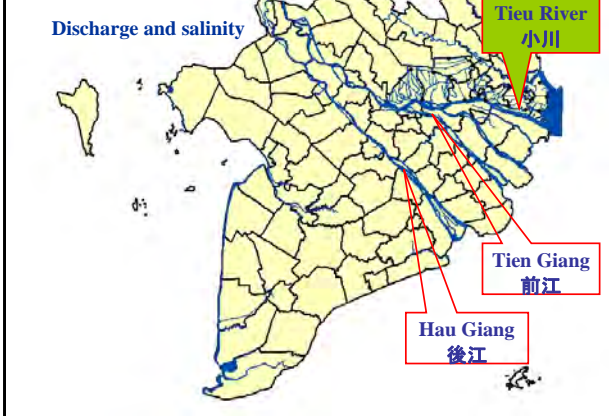


### 3. 何がメコン川の問題か？



### 4. 水循環と水利用の解明

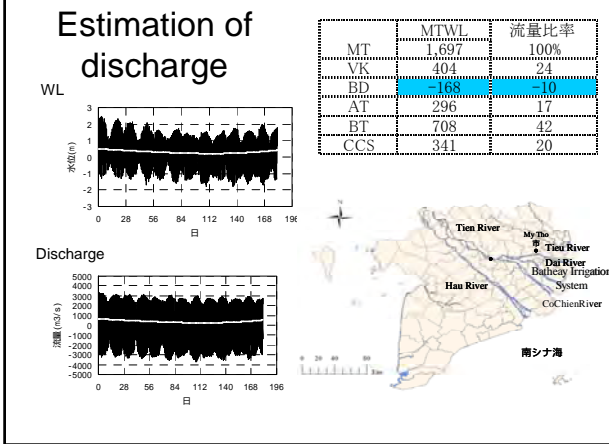
### 4-1. 水循環の解明



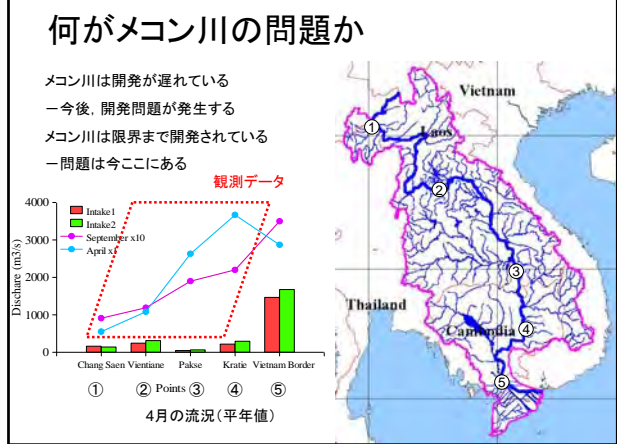
### Measurement of salinity intrusion



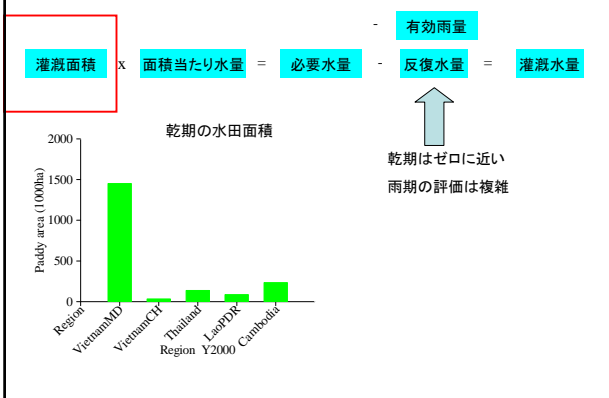
### Estimation of discharge



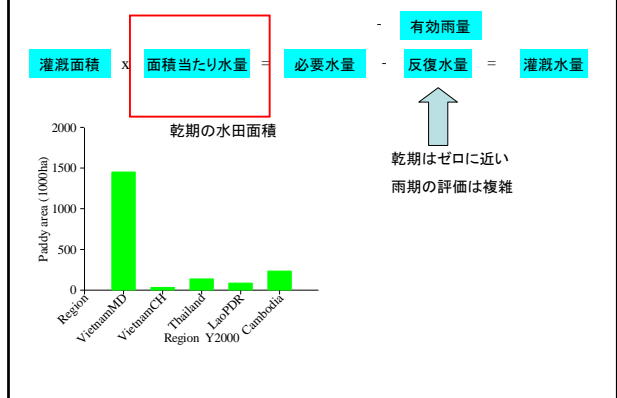
### 何がメコン川の問題か



### 4-2. 水利用の解明 灌漑用水の推定法



### 灌漑用水の推定法





### 灌漑施設レベルの水田の単位用水量

- 過去の研究
  - タイ RIDは灌漑施設の実績がある。世銀はタイの実績は灌漑効率が低すぎると評価した。RIDは灌漑効率の向上を政策目標に設置
  - ベトナム 灌漑施設の実績があるが、水位管理のため、必ずしも量的評価はできていない。
  - ラオス JICAが大規模地区に日本の基準での灌漑施設を建設した実績がある。より小規模の灌漑地区では、計画面積が灌漑できていないとの報告があるが実態と原因は不明である。
  - カンボジア 過去の実績はなく、今後の課題である。
- まとめと課題
  - 施設規模設計の基準の単用水量は、カンボジア以外では一般的な設計値がある。
  - この量と実用水量の間にギャップがあることがタイとラオスでは認識されているが、代替値は不明である。
  - 低平なカンボジアとベトナムでは、水位管理が主体であり、量的な評価は不十分である。
  - カンボジアでは、過去の実績が整理されていない。

施設規模設計値と実態のギャップがうまっていない  
カンボジアでは、既存の実態が全く不明

### 水田単位用水量の推定

- 水管理記録データの収集
- 作付データの収集
- 水文観測(必要な場合)

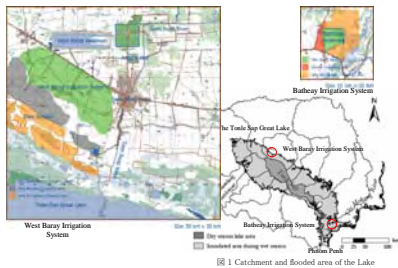
- Laos  
① Pak Khagnoung  
② Kao Leo 2  
③ Ton Hen

- Thailand  
④ Nong Wai  
⑤ Lam Pao

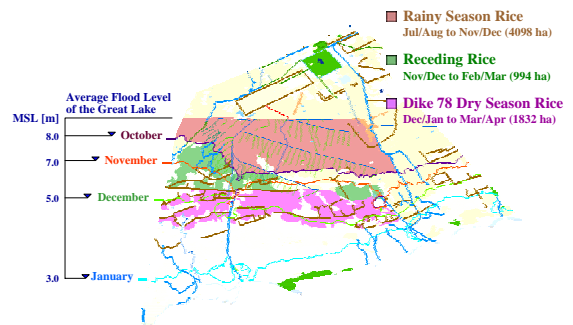
- Cambodia  
⑥ Baray  
⑦ Batheay



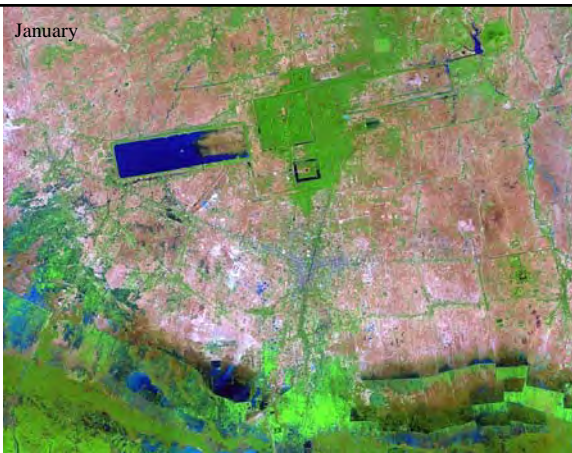
### Baray and Batey irrigation system



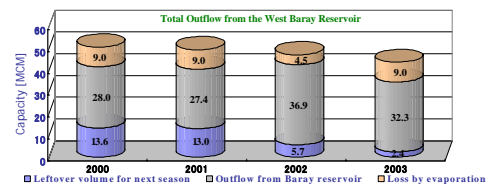
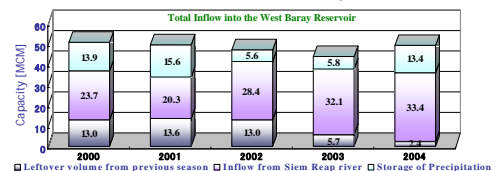
### West Baray Irrigation System Cultivating Pattern of the West Baray System

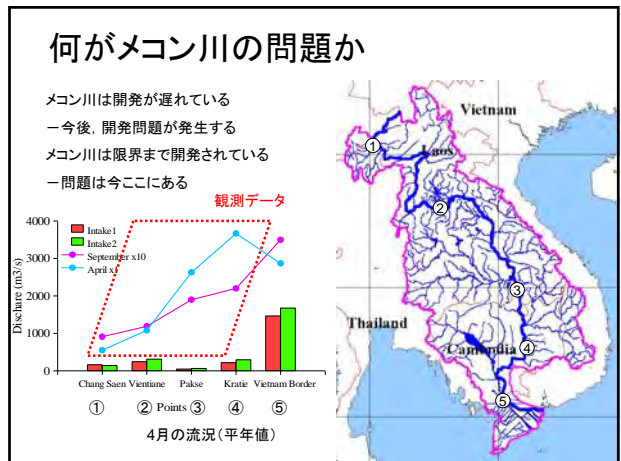
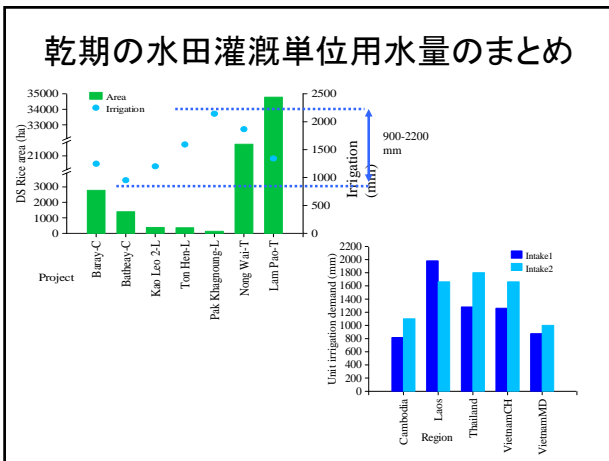
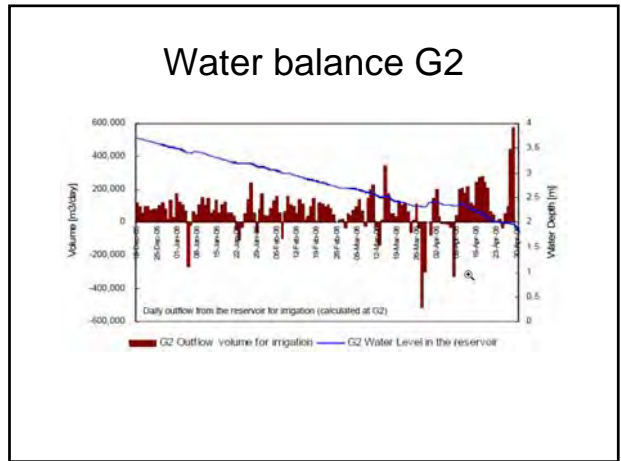
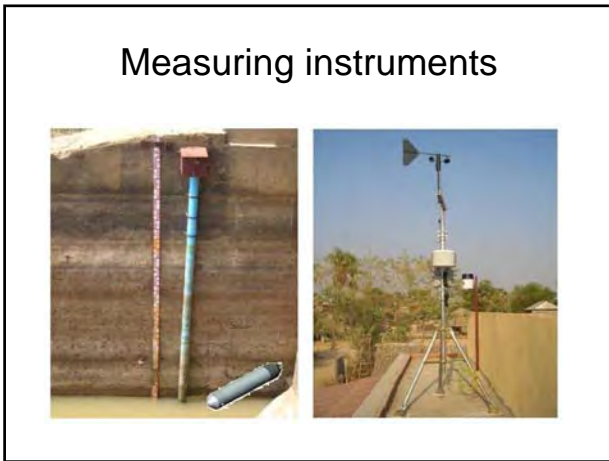
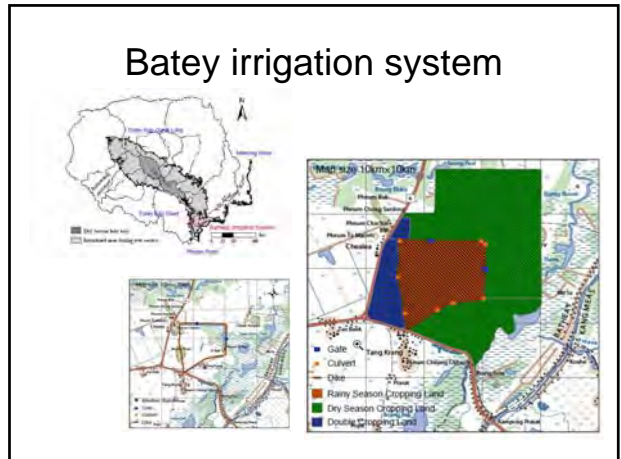
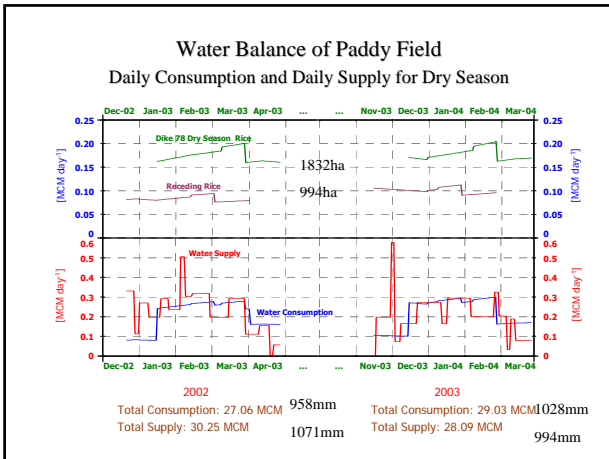


January



### Water Balance of the West Baray Reservoir Total Water Balance of the West Baray Reservoir





## 5. モデルによる推定結果 5-1. 水循環モデル

## メコン川の水文モデルと経済モデル

- 流出系モデル-主に**濁水**が対象
  - 竹内(2000)BTOPMC
  - Herath and Young(2000)
  - ワシントン大学のモデル **Kratie**までが主な対象
- 洪水系モデル-主に**洪水**が対象
  - Kite(2001) SLURP 洪水漁業評価
  - Fujii(2003) MIKE11 カンボジア洪水量の評価
  - Kumm(2005):フィンランド,トンレンサップの3次元氾濫モデル 生態系に重点
  - ベトナム南部水資源計画研究所のメコンデルタの洪水モデル;**濁水は塩水遡上のみ**
- 経済モデル
  - Ringler(2001) 資源配分モデル
  - Johnston(2003) 資源配分モデル→DSFへ **DSFの目標**

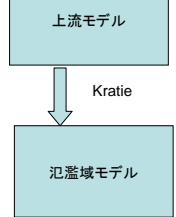
今後のモデル化の焦点 **Kratie**上下流の統合, 濁水と洪水の統合, 経済モデルの統合  
ブロック型がメッシュ型か

## メコン川の開発シナリオ

	Effective dam capacity			Dry season irrigated area		
	Baseline mcm	LowDev mcm	HighDev mcm	Baseline x1000ha	LowDev x1000ha	HighDev x1000ha
China	0	10,298	22,698	-	-	-
Cambodia	0	0	3,590	250	375	751
LaoPDR	5,406	11,664	27,114	127	191	382
Thailand	0	0	0	156	187	412
VietnamCH	779	1,889	2,359	45	52	67
VietnamMD	0	0	0	1,514	1,514	1,514

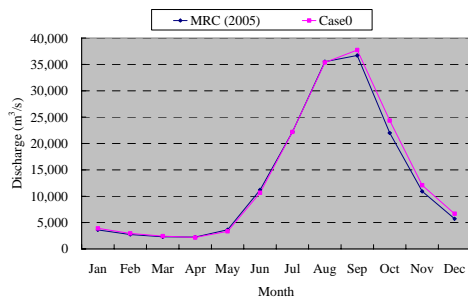
## 水循環モデルの検討ケース

Scenarios	Baseline			UnitIrrigationRequire.		
	LowDev.	HighDev.	DSF	DSF	New	
DSF	×			×		
Case 1	×			×		
Case 2		×		×		
Case 3			×		×	
Case 4		×		×		×

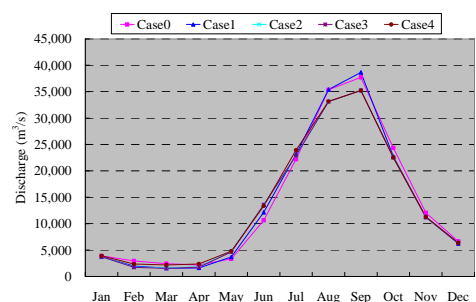


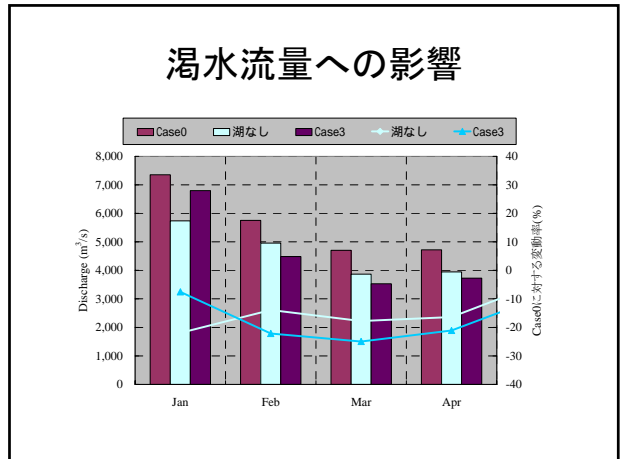
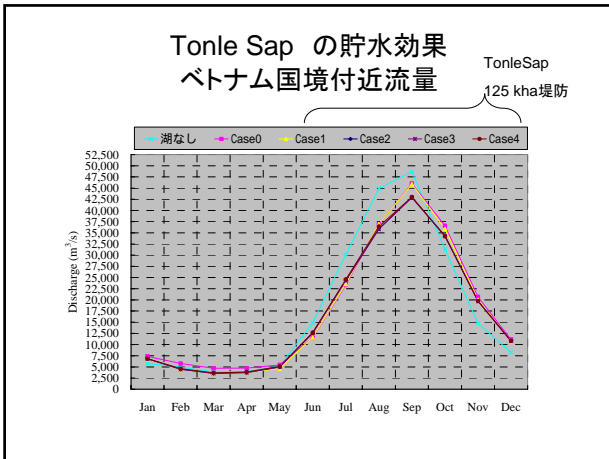
Scenarios	Descriptions
Case0	Current status
湖なし	Current status but no lake
Case1	Baseline (World Bank, 2004)
Case2	High development Scenario (World Bank, 2004)
Case3	High development Scenario (JST-CREST Tanji Team)
Case4	Low development Scenario (World Bank, 2004)

## 水循環モデル(Kratie流量検証)

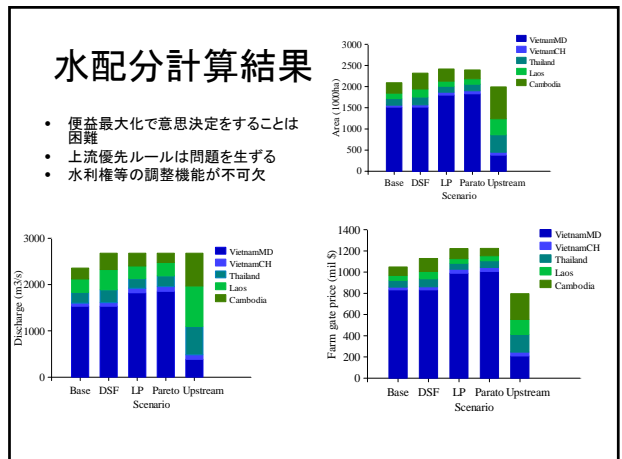
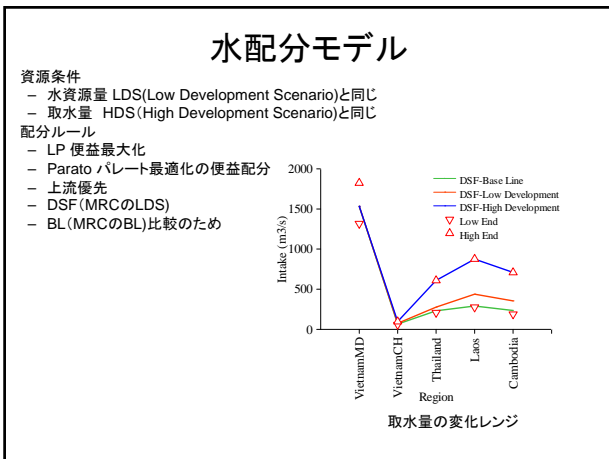
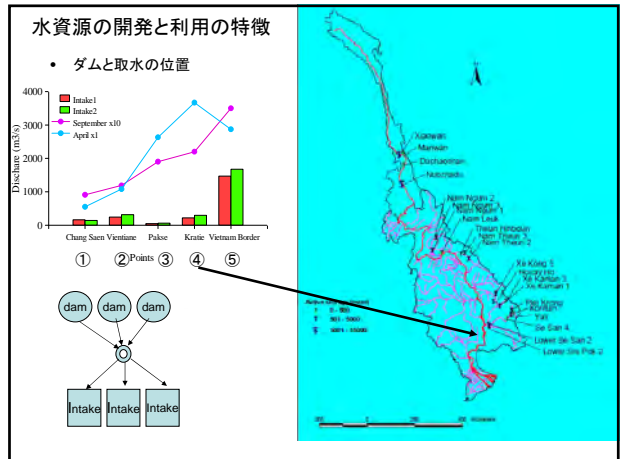


## 開発ケース毎のKratie流量

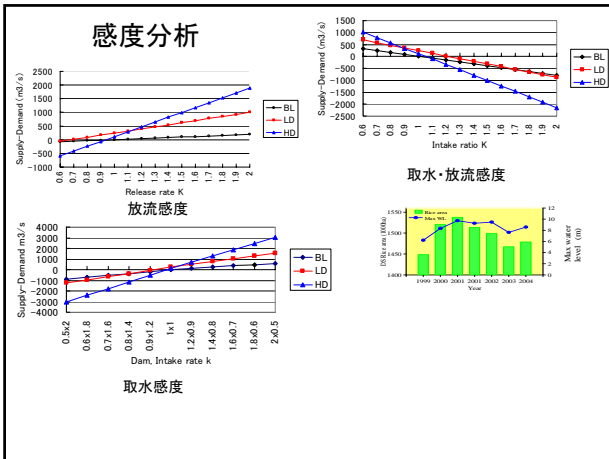




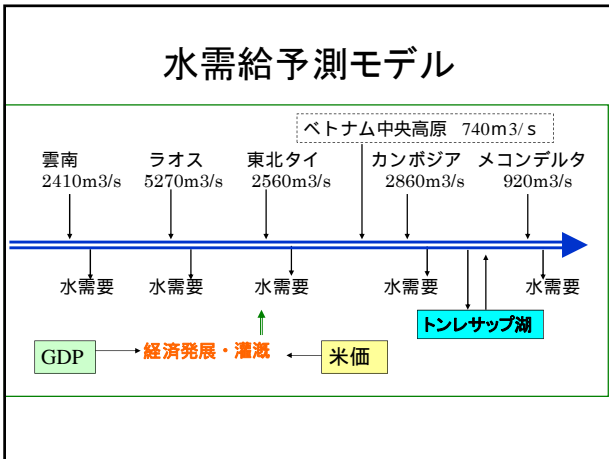
## 5-2. 水配分モデル







## 5-3. 経済モデル



### 計量経済モデル：灌漑用水の需要関数

a) タイの乾期作面積  
 乾期灌漑面積    前年灌漑面積    米の生産者価格    肥料価格

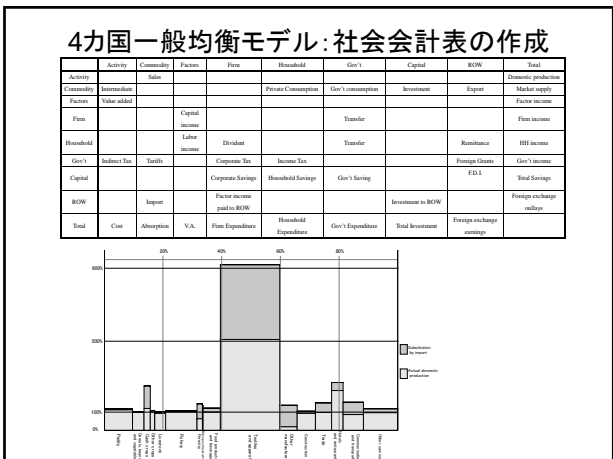
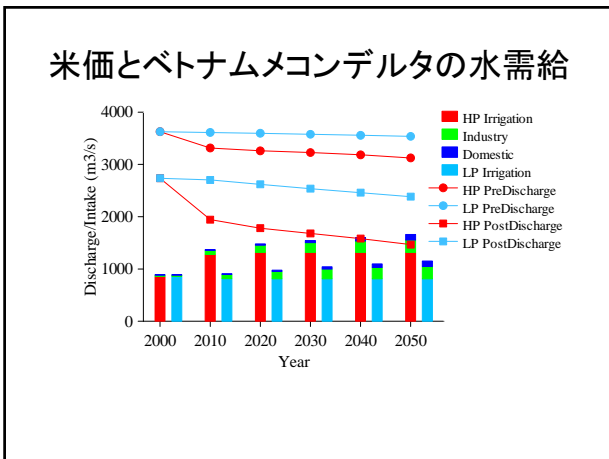
$$\ln \text{AREAd}, t = 0.613 \ln \text{AREAd}, t-1 + 0.462 \ln \text{Pt}, t-1 - 0.451 \ln \text{FPt}, t-1 - 0.711 \text{D80} - 0.374 \text{D91} + 0.636$$

(5.02)                  (1.70)                  (-1.87)  
 (-4.41)                  (-2.39)                  (0.81)

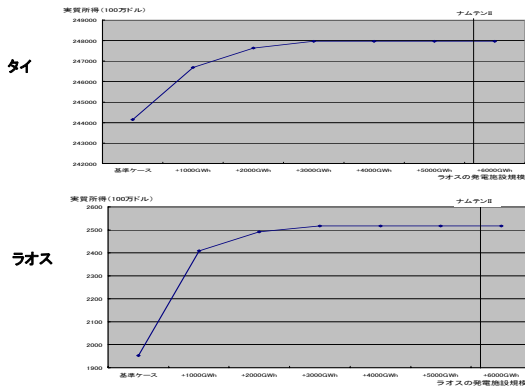
Adjusted R-squared : 0.81    DW : 1.76    period: 1974-1999

b) 水需要  
 $\text{WATER1} = \dots \cdot \text{AREAd} \text{ 乾期水田の単位用水量}$

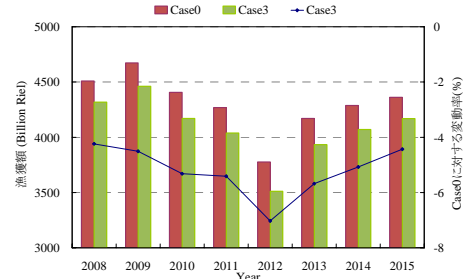
AREAd: Dry season irrigated area in Thailand  
 P: Farm Gate Price of Rice (BT/ton) deflated by CPI  
 FP: Fertilizer imported price deflated by CPI  
 D80, D91: Dummy variable; 1980=1, 1991=1, others=0  
 Water1d: Irrigation demand in dry season



### ラオスの電力投資の経済寄与



### 漁獲量の推定



## 6. 水利用政策のありかた

### MRCの役割の明確化

感度分析で見たように、灌漑開発による需要増を、発電ダム開発が補填するというシミュレーションは、パラメータ依存が高い。一方、MRCの水利調整権限は表のように限定されており、このままでは、上流優先開発の最悪のシナリオに対して対処できない。水利権システムを導入することが必要である。

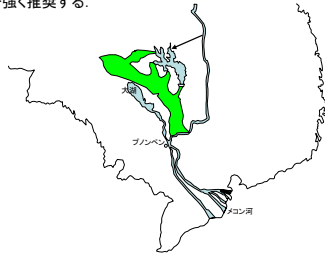
MRCの水利調整権限

	Inter-Basin		Intra-Basin	
	DrySeason	WetSeason	DrySeason	WetSeason
Mainsream	XXX	XX	XX	X
Tributaries	X	X	X	X

X: Notification  
 XX: Agreement  
 XXX: Specific Agreement

### Cambodia開発の問題点

- 開発シナリオの中で、カンボジアの開発が、高い伸び率が期待できること、開発方式が、洪水貯水池開発、ダム開発、乾期のポンプ灌漑と選択の幅がひろいことから、灌漑開発の方法が環境や下流への影響を大きく左右する。
- 水循環モデルの結果を見るように、トンレサップ湖周辺の洪水貯留池による開発は、ベトナムの渇水に大きな影響を生ずる他、漁業や生態系への影響が大きい。こうした問題点を回避するには、メコン川本川の洪水流量を支川上流のダムの貯水する開発方式を強く推奨する。



### 経済評価モデルの改善

- DSFの経済評価モデルは、次の2つの点で限界があり、改善すべきである。
  - 便益を最大化する資源配分は、資源配分の平等性と相容れない。また、基本開発シナリオが支持されない。平等性指標も検討すべきである。
  - 水力発電ダム開発が大規模になる場合、労働市場などの資源制約と価格均衡により、当初の開発計画が実現しない可能性が高い。一般均衡による経済発展シナリオの検討が必要である。

### 開発投資の改善

- ラオスの経済規模が小さいため、水力発電投資は、開発の速度に配慮しないと、十分な効果が得られない危険性が高い。

### まとめと研究の到達点

- メコン川の乾期の水利用は限界まで開発されている。乾期の水利調整が開発の最大の課題である。
- 経済便益最大化基準は現状に合わない。また、上流優先ルールは更に危険である。水利権等の調整機能が必要である。
- ラオスの電力開発は、資源制約をうける可能性がある。開発速度に留意する必要がある。
- カンボジアの灌漑開発が影響の大きさと選択の幅から重要である。乾期の洪水貯留ダム建設を推奨する。
- 一般均衡モデルで4カ国の経済発展が推定できるようになった。今後、この成果をMRCに引き渡したい。

### おわりに

- メコン川の実態については、4カ国の灌漑実態、農作業形態の違いなどは、統計データではわからない点も多く、研究の機会を与えていただけて有効であった。
- 海外をフィールドとした場合、現地の研究協力者が、研究の質を大きく左右すると感じた。
- この5年間で、メコン川の公開データが急激に拡大したこと、メコン川関係の文献が増えた点は驚くべき変化である。また、メコン川の4カ国の社会や水利用の変化も非常に大きなものがあつた。
- 一般均衡モデルは今回の機会がなければできなかったもので、今後も発展させたい。
- ありがとうございました。