

## 気候変動によるトンレサップ湖の水文環境の将来変化 Future change in Tonle Sap Lake hydrology due to climate change

○米田一路\* 藤井秀人\*\*  
Yoneda Ichiro\*, Fujii Hideto\*\*

1. はじめに カンボジアに位置するメコン川流域のトンレサップ湖は東南アジア最大の淡水湖である。トンレサップ湖は雨季と乾季で湖の面積と貯水量が大きく変わり、雨季にメコン川の水位がトンレサップ湖の水位よりも高くなると、メコン川の水がトンレサップ湖へと逆流し、湖の面積が拡大する。この特殊な水環境はトンレサップ湖に生産的で多様な生態系をもたらしている<sup>1)</sup>。一方で現在、気候変動とメコン川上流でのダム開発の影響でトンレサップ湖の水環境や生態系が変化するといわれており<sup>2)</sup>、それらのトンレサップ湖への影響を知ることが重要である。そこで本研究は気候変動によるトンレサップ湖への影響について、水理・水文モデルを用いて評価を行う。

### 2. 研究方法

2.1 研究対象地区 研究対象地区をカンボジアのトンレサップ湖流域とする(Fig.1)。トンレサップ湖の面積は乾季に最小で約 2,500 km<sup>2</sup>、雨季に最大で約 16,000 km<sup>2</sup>である。またトンレサップ湖には 12 の主要河川が流入し、乾季の全流域面積は約 83,000 km<sup>2</sup>である。

2.2 気候変動シナリオ Table 1 に気候変動シナリオを示す。全球気候モデル(GCM: Global Climate Model)は、20 世紀の降雨量予測値が東南アジアで良く適合すると報告されている HadGEM2-ES と MIROC-ESM-CHEM を用いる<sup>3)</sup>。将来予測のシナリオは IPCC 第 5 次評価報告書の代表濃度経路(RCP: Representative concentration pathway)シナリオの RCP2.6 と RCP8.5 とし、地球規模の温暖化の影響評価に関する国際プロジェクト(ISI-MIP: Inter-Sectoral

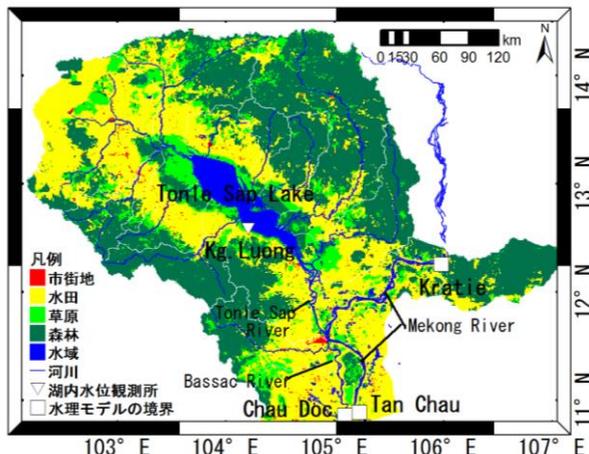


Fig. 1 トンレサップ湖流域概要  
Map of the Tonle Sap Lake basin

Impact Model Intercomparison Project) でバイアス補正のされたデータセット<sup>4)</sup>を用いる。計算期間は、現在期間として 1991~2000 年(BL: Base Line)、近未来として 2041~2050 年(CN: Climate change Near future)、遠未来として 2091~2099 年(CF: Climate change Far future)とする。シナリオの数は現在期間が 2 種、近未来と遠未来がそれぞれ 4 種の合計 10 種である。

Table 1 気候変動シナリオ  
Scenarios of climate change

計算ケース	期間	RCP シナリオ	GCM
BL_HG	1990s	なし	HadGEM2
BL_MIR	1990s	なし	MIROC
CN2.6HG	2040s	RCP2.6	HadGEM2
CN2.6MIR	2040s	RCP2.6	MIROC
CN8.5HG	2040s	RCP8.5	HadGEM2
CN8.5MIR	2040s	RCP8.5	MIROC
CF2.6HG	2090s	RCP2.6	HadGEM2
CF2.6MIR	2090s	RCP2.6	MIROC
CF8.5HG	2090s	RCP8.5	HadGEM2
CF8.5MIR	2090s	RCP8.5	MIROC

2.3 水理・水文モデル 水理モデルと水文モデルはデンマーク水理環境研究所が開発した

\*山形大学大学院 農学研究科, Graduate school of Agricultural Science, Yamagata University

\*\*山形大学 農学部, Faculty of Agriculture, Yamagata University

キーワード: トンレサップ湖, 気候変動, 水理・水文モデル

MIKE11 と MIKE11-NAM をそれぞれ用いる。水理モデルの上流境界は Kratie で水位境界として与える。Kratie の水位は、Suif *et al.* (2017) で分布型水文モデルの GBHM (Geomorphology-Based Hydrological Model) に ISI-MIP のデータを入力条件として与え、計算された流量を水位に変換することで求める。下流境界の Tan Chau と Chau Doc は、Kratie の水位と海面水位の関係から算出する。水文モデルに入力する降雨量は ISI-MIP の生データを、蒸発散量は ISI-MIP のデータから Penman 式を用いて算出する。また水理・水文モデルのパラメータは Fujii *et al.* (2003) で設定された値を用いる。

### 3. 結果と考察

**3.1 トンレサップ湖の最高水位** Table 2 にトンレサップ湖 (Kg.Luong) の最高水位、面積、貯水量の将来変化を示す。面積と貯水量は Kg.Luong の水位との関係式、それぞれ Fujii *et al.* (2003) の H-A 式および Kumm *et al.* (2014) の H-V 式を用いて計算した。Table 2 の実測値と現在期間 (BL) の値は 60 年に 1 度の洪水と言われている 2000 年の最高水位であり、BL\_HG と BL\_MIR とともに 2000 年の洪水を再現できている。Table 1 に示した計 8 種の近未来と遠未来の気候変動シナリオにおいて、Kg.Luong の最高水位は 2000 年洪水の実測値 (10.36 m) よりも最小で 0.41 m (CN2.6HG)、最大で 1.50 m (CN8.5HG)、平均で 0.72 m 上昇した。そして Kg.Luong の最高水位上昇に伴い、最大面積と最大貯水量は平均で 960 km<sup>2</sup> と 12.3 km<sup>3</sup> へとそれぞれ増加した。

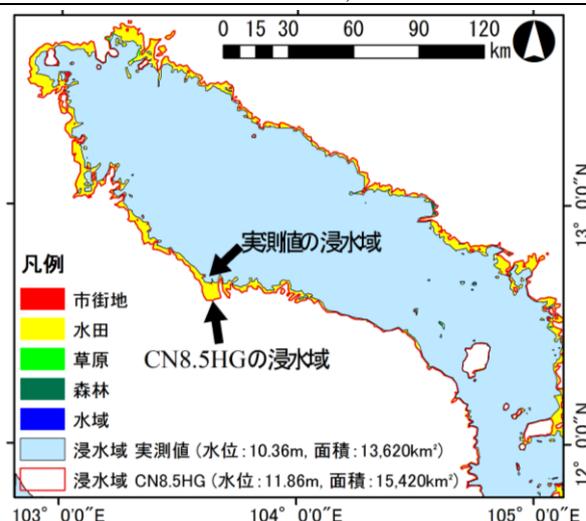
**3.2 トンレサップ湖の浸水域の変化** Fig. 2 に 2000 年洪水の実測値 (最高水位が 10.36 m) と CN8.5HG (最高水位が 11.86 m) の時のトンレサップ湖の浸水域の変化を示す。浸水域は Kg.Luong の水位と 250 m メッシュの数値標高地図を用いて求めた。トンレサップ湖の水位上昇に伴い、将来気候で拡大した浸水域のほとんどは水田域であった。

**4. まとめ** 本研究ではトンレサップ湖への気

**Table 2** トンレサップ湖の最高水位、面積、貯水量の将来変化

Future change of maximum water level, Area and volume of the Tonle Sap Lake

	最高水位 [m]	面積 [km <sup>2</sup> ]	貯水量 [km <sup>3</sup> ]
実測値	10.36	13,620	75.6
BL_HG	10.15	13,370	72.5
BL_MIR	10.39	13,670	76.1
CN2.6HG	10.77	14,120	81.8
CN2.6MIR	10.79	14,140	82.1
CN8.5HG	11.86	15,420	99.4
CN8.5MIR	11.11	14,520	87.1
CF2.6HG	11.05	14,450	86.1
CF2.6MIR	11.33	14,790	90.6
CF8.5HG	11.37	14,840	91.3
CF8.5MIR	10.98	14,370	85.1



**Fig. 2** トンレサップ湖の浸水域の将来変化  
Future change of flooded area of the Tonle Sap Lake

候変動の影響を調べた結果、以下の知見が得られた。1) トンレサップ湖の最高水位、最大面積、最大の貯水量は増加すると考えられる。2) トンレサップ湖の水位上昇に伴う湖の浸水域拡大により、浸水域が水田域へと拡大することが示された。

#### 参考文献

- 1) Rainboth WJ. (1996) : FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome.
- 2) Arias ME, et al (2014) : Ecological Modelling, 272, pp.252-263.
- 3) Eastman J, et al. (2008) : CSIRO: water for a Healthy Country National Research Flagship, CSIRO, Australia.
- 4) Hempel S, et al. (2013) : Journal of Earth System Dynamics, 4, pp.219-236.
- 5) Suif Z, et al. (2017) : International Journal of GEOMATE, 12, pp.140-145.
- 6) Fujii H, et al. (2003) : International Journal of River Basin Management, 1, pp.253-266.
- 7) Kumm M, et al. (2014) : Hydrological Processes, 28, 1722-1733.