灌漑用水門管理にみる順応型水管理と農村防災計画の立案事例

Drafting trial of adaptive water management and rural disaster planning by irrigation gate operation

○増本隆夫* 吉岡有美** 橋本 晃*** 皆川裕樹**** 吉田武郎*

○MASUMOTO Takao*, YOSHIOKA Yumi**, HASHIMOTO Akira***, MINAKAWA Hiroki****, YOSHIDA Takeo*

1．はじめに　雨季に洪水が頻発する典型的な流域として、ラオス国ナムチェン(Nam Cheng)川流域を取り上げ、乾期の灌漑用に利用される水利施設(灌漑用水門)の管理と氾濫との関係を、分布型水循環モデル(DWCM-AgWU)を利用し流出・氾濫現象や水門管理のモデル化により明らかにした。ここでは、その実証過程で現地管理者や住民を巻き込んだ順応型水管理や防災対策作りに繋がった興味ある結果を紹介する。

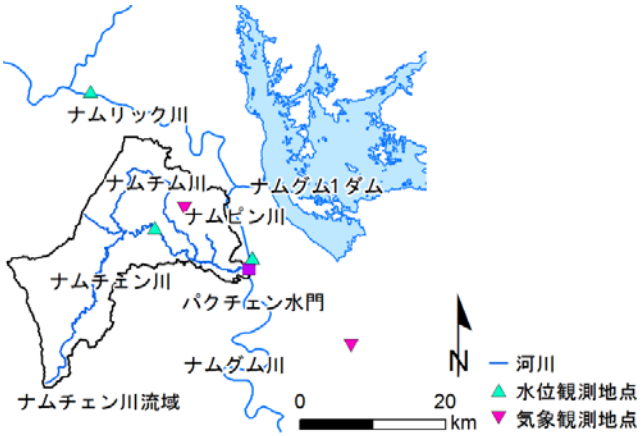

Fig.1　ラオス国ナムチェン川流域の概要
View of the Nam Chen River Basin in the Lao PDR

2．対象流域の特徴と氾濫の原因　ナムチェン川はナムグム川の支流で、流域面積は約457km^{2}であり、同河川には下流部でナムピン川とナムチム川の2支川が合流し周辺に低平地が広がる(**Fig.1**)。この低平水田域は、毎年のように洪水被害が生じる氾濫常襲エリアにあたる。ナムチェン川には、ナムグム川との合流部より約700m上流の地点にパクチェン水門(ゲート数14個)が設けられている。この水門は雨季にはナムグム川からの逆流を防ぐ洪水防止に利用され、乾季には農業用水確保のための堰としての役割を持っている。一方で、内外水位を計測する量水標は設置されておらず、過去のゲート操作記録もない。管理者等からの聞き取りによる過去の水門管理状況を考慮すると、後述する方法により、解析期間14年中(1995～2008年)に9年間で雨季に下流低平地で氾濫が発生することが分かった。その際の氾濫の継続期間は1ヶ月程度、最大で1995年に半年間におよび、農民の指摘のように水門がそこでの氾濫発生に大きく関与していることが分かった。

3．順応型水管理方策と農村防災計画の検討　上記の結論は、入手可能な実測日雨量をモデルに入力して得られる各種諸量を分析したもので、その方法は以下のようである(Yoshioka et al. (2015);農研機構ら(2017)参照)。(1)**現地調査とモデル構築段階**:水文気象観測等の基礎資料の収集、DWCM-AgWUの改良、洪水氾濫(遊水池)モデルや水門管理モデルの組込み、モデルの検証等を行い、流域内の水循環過程の再現や水位・流量の推定精度の高さを示した。(2)**氾濫原因の特定段階**:観測雨量を用いて、流域内の水位と氾濫量の算出を行った、1994～2015年の計算期間には、内水位が6～8m程度となり、対応する氾濫水田面積は16～30km^{2}の範囲となった。例えば洪水年の1995年(10年確率)を典型例として、水門管理の影響で流域内水田の氾濫が引き起こされていることが示された。(3)**新しい水文観測と水門管理の提案と実証試験段**

Fig.2　観測表示システムの設置
Display system of hydro-meteorological observation

*農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO(NIRE), **鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University, ***日本水土総合研究所 The Japanese Institute of Irrigation and Drainage, ****農水省印旛沼二期農業水利事業所 Imbanuma Phase Ⅱ Agricultural Irrigation Project Office, MAFF

キーワード:分布型水循環モデル(DWCM-AgWU)、灌漑用水門、農地氾濫、順応型水管理

Table 1　氾濫被害とその改善程度の算定（1995～2015 年）
Estimation of flood damage and remedy effects of gate operation (1995-2015)

	現況管理	デザイン案（その 2）	デザイン案（その 3）	最終提案
最大内水位 [m]	14.94	8.36	8.08	8.09
氾濫水田面積 [km²]	62.1	35.8	33.9	33.9
氾濫水貯留量 [×10⁸ m³]	3.99	0.94	0.84	0.87
最大排水量 [m³/s]	164.7	286.3	316.4	318.1
最大逆流量 [m³/s]	71.5	254.5	254.5	255.6

階：新たな観測や水門操作の改善案の提案を行い、その効果の評価を行った。実証試験は 2015 年から 2 ヵ年間行ったが、両年とも氾濫を伴うような大出水は発生しなかったため、現況として吟味した 1995～2014 年で氾濫状況の変化を調べ、各種デザイン案の評価を行った。

1)新しい水文観測と観測体制の導入：水門の内外水位、2 地点の氾濫水位（水門から 11.1km、7.3m 上流）、水門から 23km 上流地点で流量観測、水門近接の郡管理事務所の雨量を、新規に観測開始とした。ただし、氾濫域水位では、当初 1 地点のみの提案に対して、現地管理者からの要望で 2 地点となった。加えて、これらの観測データを表示する「観測表示システム」を導入した（**Fig.2**）。これは、現地技術者や管理者に対し農村防災管理への意識向上を主たる目的とし、玄関ホールに設置し管理事務所スタッフや周辺住民が普段見ることができる配置とした。雨量に関しても、週間、月間の雨量積算値が表示されるなどの工夫がなされた。2)水門管理改善による洪水対策のデザイン案：提案した洪水対策のための水門操作法は、現況管理、デザイン案（その 1～3）、最終提案と纏めることができ、内外の水位差、開口水門数・高、週の水門管理（操作）回数、雨・乾期の内水位管理目標、逆流の許容是非等、特徴を吟味しながら、水門操作の改善指針を作成した。**Table1**には各種水門操作を行った場合に生じる氾濫状況の改善の程度を示しているが、氾濫の規模や日数でみると、現況管理に比較して提案は大きくその状況を改善していることが分かる。

(4)洪水対策指針の作成段階：ラオスのように基盤データの不足する地域における検討で有効な手段は、モデルの利用である。そこでは、河川流量・水位等の時空間の推定値を疑似の観測値として利用できる。一連の方法は観測値が不足する任意地点の各種情報を取得でき大変有効である。さらに、次段階の流域管理として、水門地点の内外水位差を利用した水門操作、観測表示システムの活用、外・氾濫水位における警戒水位の設定や量水標の色分け（例えば、**Fig.3**）、上流観測・予測流量を利用した水門管理等も提案し、各特徴や効果について検討している（農研機構ら(2017)参照）。

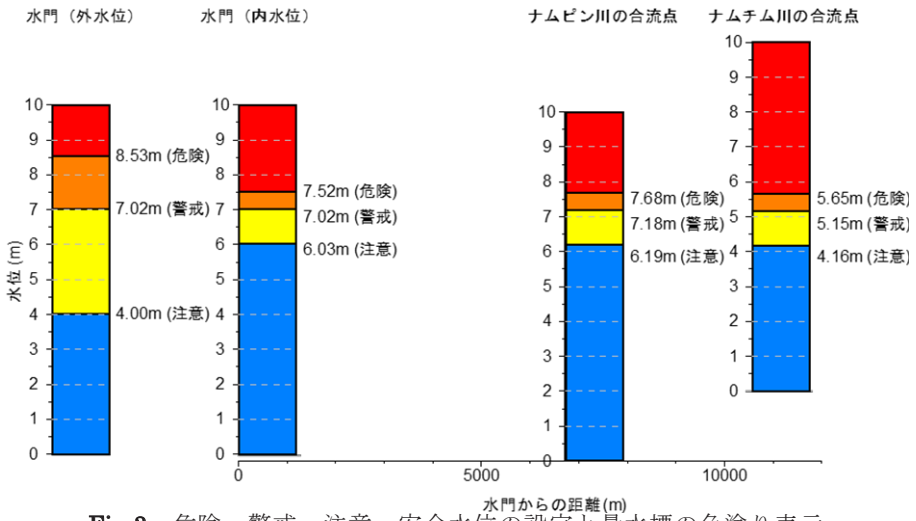

Fig.3　危険、警戒、注意、安全水位の設定と量水標の色塗り表示
Setting of alarming stages (Noticeable, Warning, Dangerous WLs) and coloring

4. おわりに　4 年間のプロジェクト進行の中での現地調査（7 回）とセミナー（4 回）を経て、一方的な提案ではなく、双方向から十分な検討を行った順応型水管理と農村防災計画に仕上がった。管理者が自発的に操作法を変えて改善を行うなど、住民参加型ならぬ管理者参加型の成果になった。

参考文献　1) Yoshioka, Y. et al. (2015): Agricultural water-gate management for operational flood protection in low-lying paddies, Journal Teknologi, 76:17, pp.37-44, 2) 農研機構ら（2017）：平成 25～28 年度受託研究「農村防災計画検討調査に係る水文解析及び防災対策」報告書、pp.1-290