

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	水田灌漑が河川流量と濁度に及ぼす影響について
Title(English)	
著者(和文)	張 怡
Author(English)	Zhang Yi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10034号, 授与年月日:2015年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:石川 忠晴,木内 豪,山中 浩明,中村 恭志,浅輪 貴史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10034号, Conferred date:2015/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	環境理工学創造	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested Doctor of	( 工学 )
学生氏名： Student's Name	Zhang Yi (張 怡)		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	石川忠晴
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	木内豪

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本論文は「水田灌漑が河川流量と濁度に及ぼす影響について」と題し、灌漑水田における稲作が河川に及ぼす影響を稲作カレンダーという新たな視点から検討したもので、以下の 5 章から構成されている。

第一章「序論」では、日本の稲作についての資料を調査した結果を取りまとめ、稲作カレンダーと通称される水稲栽培のパターン化が発達していること、イネの成長の程度、田面水理状態、取水・排水量などの水田物理特性が稲作カレンダーに記される農作業段階を指標として把握される可能性のあることを示すとともに、水田の水文特性および排水水質特性に関する既存の研究では稲作カレンダーに着目した事例がほとんどないことを指摘した上で、水田灌漑が河川流量および河川濁度に及ぼす影響を稲作カレンダーに焦点を当てて明らかにするという本研究の目的と意義を明確にしている。

第二章「現地観測」では、宮城県の江合川流域の水田一区画 (1ha) において灌漑期を通して実施した現地観測について述べている。まず既存の資料から流域の土地利用および水田と灌漑水路網の状況を整理し、江合川流域の水文特性と灌漑水量についてまとめている。続いて観測項目 (田面水位、取水量、排水量、排水濁度) ごとに、営農中の水田において計測するための工夫による計測方法とキャリブレーション結果を示した後、計測データの特徴を説明している。また田面水位の観測結果から、営農者の農作業が当該水田の所属する JA 古川の稲作カレンダーに準拠しているものの、気象条件 (特に降雨) により田面水位が変動するため必ずしも目標とする水深を達成できていないことを指摘している。

第三章「水田灌漑が河川流量に及ぼす影響」では、観測水田の水収支を解析した上で、水田灌漑が非洪水時の江合川水量に及ぼす影響を検討している。まず FAO Penman-Monteith 法に基づき蒸発散量を推算し、降雨量、田面水位、取水量、排水量の計測値を用いて地下水面の有効面積率と地中浸透速度を逆算し、観測水田の田面水位を再現する水収支方程式を作成している。続いて観測結果と営農者への聞き取り調査から、現在水深と目標水深とのずれを補正するために営農者が行う取水・排水の方法を稲作カレンダーの作業段階ごとにルール化して水田管理シミュレータを作成し、気象条件のみを与えることにより取水量、排水量、田面水位の時系列を推定できることを示している。最後に、農作業工程が江合川流域全体に共通すると仮定して現地観測期間を含む 5 年間の灌漑期の気象条件のもとで水田管理シミュレータを適用し、灌漑期における非洪水時の江合川の縦断的流量変化の時系列を概ね説明できることを示している。また、渇水年についてのシミュレーションから、稲作カレンダーの特定の期間以外では取水量にかなり余裕があり、余分の取水によって取水堰から排水口までの河川水量が過度に減少することを指摘している。

第四章「水田排水が河川濁度に及ぼす影響」では、光学的水質指標である濁度を物理的水質指標である浮遊物質質量 (SS) に換算して観測水田からの SS フラックスの特性を解析するとともに、国土交通省が江合川で行った濁度観測の結果を整理し、灌漑水田が河川濁度に及ぼす影響を検討している。まず国土交通省のデータから、灌漑期における江合川の濁度が水田排水の集中する区間で急増し、特に代掻き期と中干し期にはアユの生態に影響すると言われている 10 度を超えることを指摘している。また濁度と SS の相関が水田排水流入後の下流区間において水田土壌の濁度・SS 関係に近接することから、水田排水が河川環境に対して無視できない影響を及ぼしていることを示している。続いて観測水田の排水路における濁度観測から SS フラックスの時系列を求め、稲作カレンダーの農作業区分と日降雨量を説明変数とする数量化Ⅱ類解析から、日降雨量が 20mm を超えると SS フラックスが顕著に増加すること、人為的濁質排出の行われる代掻き期以外では田面土壌が露出する中干し期に SS フラックスが大きいことなどを示した上で、重み付き残差法を適用して農作業区分と日降雨量から SS フラックスを推定する経験式を作成している。最後に、農作業工程が江合川流域全体に共通すると仮定し、現地観測期間を含む 5 年間の灌漑期の気象条件のもとで江合川への SS フラックスを計算し、同河川での濁度観測結果から推定される SS フラックス増分と概ね一致することを示している。

第五章「結論」では、本研究の結論と今後の課題をまとめている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	環境理工学創造	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	( 工学 )
学生氏名 : Student's Name	Zhang Yi (張 怡)		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)		石川忠晴
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)		木内豪

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words )

The impact of paddy field farming on river flow condition was investigated on the alluvial plain in the Eai River watershed which is one of large rice-production areas in Northeast Japan. The study was composed by three parts: (1) description of field measurement in a rice paddy plot on the water budget and turbidity discharge, (2) analysis of water budget in paddy fields and its effect on the river flow rate, and (3) analysis of SS flux from the paddy field and its effect on the turbidity increase in the river. In the data processing, a special attention was paid to "farming calendar", a kind of rice production manual, which is prepared nation-wide by each farmer's cooperative depending on the local climate and the kind of rice crop.

The result of water budget analysis was integrated with the rule of water control in the paddy plot to the hydrological model, which could predict the response of paddy field to weather condition, the precipitation and evapotranspiration, and the influence of water take and discharge on the river flow rate. Application of the model to the Eai River well explained the longitudinal variation of river discharge in the irrigation period, and suggested that the water take could be reduced in most of the irrigation period to conserve the river condition. The result of turbidity measurement was analyzed with the mathematical quantification theory class-2 and the weighted residual method to deduce an empirical equation for daily SS flux from unit area of paddy field. The result clearly showed the dependency of SS flux on the stage of the farming calendar as well as on the daily precipitation. Application of the empirical equation to the watershed scale successfully reproduced the turbidity variation during the irrigation period in the downstream reach of the river.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).