

氏名	やまざきゆうすけ 山崎祐介
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1564号
学位授与の日付	平成18年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科森林科学専攻
学位論文題目	中国北西部の乾燥地域における灌漑農地開発が水循環に及ぼす影響に関する研究
論文調査委員	(主査) 教授 水山高久 教授 三野徹 教授 谷誠

論文内容の要旨

UNEP (1992) の定義による乾燥・半乾燥地域に属する中国北西部を含むユーラシア中央部では、上流域である山岳地帯への降水や氷河の融解水を水源とする河川は中流域の扇状地や低平地に表流水や地下水を供給する。中流域には、上流域からの水を利用した灌漑農地がある。河川はその後、下流域の沙漠の中に消失するか、末端にある湖に流れ込む。近年、下流域における流量の減少や、末端湖の面積の減少といった変化が生じてきており、一般的に中流域での灌漑農業による水利用が原因であると言われている。本研究では、近年の大規模農業開発により、地下水面の低下や、下流域への流量の減少が生じている、中国北西部の黒河中流域において、作物や土地利用変化といった灌漑農地開発に伴う蒸発散量の変化と水収支の変化や、水利用が水循環に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

第2章では、小麦とトウモロコシによる混作圃場（以下混作圃場）とトウモロコシ圃場、小麦圃場における蒸発散量を観測により推定した。蒸発散量はそれぞれ、746 mm, 545 mm と 539 mm であった。混作圃場からの蒸発散量が他の2つの圃場よりも多いのは、小麦とトウモロコシという生育時期の異なる作物の生育期間を灌漑する必要があるためである。また、この結果を用いて、第5章において過去50年間の蒸発散量を推定するために、作物係数法の基準蒸発量に、近藤・徐(1997)によって提案された、放射収支量を入力に必要としない可能蒸発量を採用し、小麦とトウモロコシの圃場と混作圃場における作物係数を決定した。

第3章では、灌漑地における地下水流動過程、河川水-地下水交流過程などの水循環を明らかにするために、降水、河川水や地下水の水素と酸素の安定同位体比を用いた解析を行った。これによって灌漑地の地下水の起源は、降水ではなく、灌漑として供給された河川水であることが明らかになった。低平地の河道に沿ったところでは、地下水は河川水によって涵養されていることが明らかになった。冬期には、高標高で涵養された水と灌漑地からの地下水が流出していることが明らかになった。灌漑によって、河川水の流出経路は本来の経路である河道から灌漑地に変わり、さらに、それにより下流へ流出するタイミングも遅れるようになったことが明らかになった。

第4章では、統計資料より過去50年間の作物と土地利用の変化を明らかにした。黒河中流域の土地利用変化を見ると、1970年から1980年代前半には耕地面積の増加が少なく、雑穀類からトウモロコシと混作への転換が主体であったが、1980年代後半から2003年にかけてはトウモロコシと換金作物が増加し、総耕地面積そのものも増加したことが明らかとなった。

第5章では、第2章で得られた土地利用毎の作物係数と GHCN の気象データ、第4章で明らかにした作物と土地利用の変化を用いて、黒河中流域における過去50年間の灌漑農地開発に伴う水収支の変化を明らかにした。

黒河中流域の水収支式より、下流域への流量が減少したことは、蒸発散量の増加が原因であることが明らかになった。蒸発散量は1970年からほぼ一定の割合で増加し続けたが、その原因は、1970年代から1980年代までは、蒸発散の大きな混作圃場への転換による単位面積当たり蒸発散量の増加であり、1980年代から2003年までは、換金作物とみられる圃場やトウモロコシの圃場の増加による総灌漑面積の増加であったことが明らかになった。

地下水面の低下は、蒸発散量の増加と黒河からの取水の減少により、地下水涵養量が減少したことによって生じたことが明らかになった。第3章でも言及したように、それが灌漑地の地下水の重要な涵養源であったからである。節水のために行った黒河からの取水の減少は、かえって中流域の貯留量を減少させていることが示された。

論文審査の結果の要旨

中国北西部を含むユーラシア中央部の乾燥地において灌漑農業が水循環や水収支に及ぼす影響を評価するためには、灌漑農地の蒸発散量、地下水流動過程、河川水-地下水の交流過程等を明らかにすること、灌漑面積や作物の変化が水循環過程へ及ぼす影響を解明することが必要である。本論文は、これらを研究して乾燥地における灌漑農地開発が灌漑地の水収支と水循環に及ぼす影響を明らかにしたものである。

評価できる点は以下のとおりである。

1. 主要な土地利用における蒸発散量を観測により推定した。それに基づいて、FAOの作物係数法を改良し、過去50年間の既存の気象データより蒸発散量を推定した。
2. 降水、河川水と地下水の安定同位体比を用いた解析により、灌漑地の地下水涵養源は、降水ではなく、灌漑として供給される河川水であること、河道に近い地下水は河川水に涵養されていることを示した。
3. 過去50年間の統計資料による土地利用変化と気象データセットおよび本研究による蒸発散量推定法により、黒河中流域の蒸発散量の変化を推定した。蒸発散量は1970年からほぼ一定の割合で増加し続けたが、その原因は、1970年代から1980年代までは、作物の転換であり、1980年代から2003年までは、トウモロコシや換金作物の圃場面積の増加であることを明らかにした。
4. 黒河中流域の水収支を明らかにした。従来、農業による水利用と流出の減少の相関については言及されていたが、水収支を明らかにすることより、その関係を定量的に示した。黒河中流域における流量の減少は、灌漑農地開発による蒸発散量の増加であることを示した。
5. 地下水面の低下が、蒸発散量の増加だけでなく黒河からの取水の減少により、地下水涵養が減少したことにより生じたことを明らかにした。これは、灌漑に用いられる河川水が、灌漑地の地下水の重要な涵養源であることによる。

以上のように本論文は、乾燥地における灌漑農地開発が水循環に及ぼす影響を水文学的な方法で明確にしたもので、森林科学、山地保全学、水文学、水資源工学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成18年2月10日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。