

【4RF-1301】阿蘇を構成する植生の蒸発散の比較研究：草原の維持は水資源涵養に寄与するか？  
(H25～H26；累計予算額 19,793千円)

宮沢 良行（九州大学）

## 1. 研究実施体制

- (1) 草原の蒸発散量の実測とその環境応答の解明（(独) 農業・食品産業技術総合研究機構）
- (2) 森林の遮断蒸発および関連する林分構造の解明（熊本県立大学）
- (3) 森林植生による蒸散の実測と増減を生むメカニズムの解明（九州大学）

## 2. 研究開発目的

本研究では、現在進行する森林化に伴う草原の減少が阿蘇の ET を増加させ、水資源を減少させている、という仮説の検証を目的に、阿蘇カルデラ内白川流域の広域での、構成植生の ET の推定、そのための推定法の確立と推定に必要なデータの現場での採取、を目的としている。活動を通じて構築された ET 推定法を用いて、これまでの草原の森林化、そして今後予想される草原の森林化による ET の減少を評価する。最後に、仮説の通りに草原の森林化が ET の増加をもたらすという結果が得られた場合、こうした ET の増加を食い止める手段としての草原保全活動の経済性を評価する。草原保全に必要とされる費用を、同量の ET 削減に寄与すると考えられる他の活動に要する費用と比較することで、水資源涵養の手段としての草原保全活動の経済的な妥当性の検討を行う。

目的としている ET 推定法の構築には、阿蘇での主要植生、および面積は小さいものの拡大とその防止への関心の高い植生について、種特異的な生物物理学的な諸特性を得る必要がある。そのために、各植生に適した計測法を用いて、ET に関連する諸特性の現場での実測：渦相関法によるフラックス観測、樹液流観測など、を実施する。また ET の広域推定には、阿蘇の広域での植生分布と気象条件のデータおよび解析が必要となるため、既に収集されて公開されているデータを活用する。

これまで、そして今後の草原減少が阿蘇各地の ET に及ぼす影響を評価するには、草原減少の経緯、そしてその知見に基づいた今後の草原面積減少の予測が必要となる。関連機関への聞き取りと植生図の解析を通じて、草原現象の実態解明を目指す。

## 3. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

日本に特有の気象条件、植生そして景観における草原およびその大體植生を対象に、実際に ET の実態を解明し、世界的な傾向：草原の森林化は ET の増加をもたらし、流域内の河川の流量を減少させる、との違いを明確にした。ともすれば、世界的な調査データを基にした Zhang et al. (2001, Water Resource Research) などの結果を基にして、草原の減少と河川流量や地下水位の低下を安易に関連づけがちになる中、そうした違いを考慮した実験設定を持ち、これまでの傾向と違う結果についても生物学的および物理学的に説明をすることが出来た。草原で森林より ET が大きかった原因は、(1) 草原の ET が日本の代表的な森林植生である針葉樹人工林の ET と比べても小さくないこと、(2) 現在進行中の草原の森林化に寄与する森林植生が灌木林に限られ、灌木林の ET が同じ地域の針葉樹人工林と比べて低いこと、(3) 森林で草原よりも大きいと期待された ET の成分の遮断蒸発が灌木林で特に小さかったこと、が挙げられる。(1)については、むしろ他の地域で草原の ET が低い理由が、根系が浅い土壤に限定して発達するために土壤乾燥により蒸散が抑制される時期が多いことが挙げられてきた。サバナなど雨季と乾季が明瞭にある地域では、乾季を種子の状態でもやり過ごす草原が発達するため、世界的な研究で ET が草原で小さいという傾向が得られやすいが、こうした条件が当てはまる気候を持つ地点は日本には多くない。むしろ蒸散を規定する要素である葉の光合成特性などは草本植物で木本植物よりも高いため、土壤乾燥が軽度で発生の頻度も高くない日本の多くの地点では蒸散および ET は草原で高いことが示唆される。(2)については、灌木林がまだ成長途中であり、また灌木林自体が遷移過

程の植生であることが一因だと考えられるが、その場合には草原減少の ET 増加は草原消失の数十年後の現象であり、その影響評価は本課題および多くの環境行政の視野外である。(3)については阿蘇で発生しやすい霧の影響が大きいと考えられ、他の地域では観察されない可能性もある。ET に関する諸過程を踏まえた本解析によれば、この結果は、この地域で予想される気象変動の年々変動など、幅広い気象条件においても、大きく変わらないと考えられる。また同様の環境条件での草原の減少、あるいは森林の草原化についても適用が可能出ると期待される。

草原で比較的高い ET が得られた本研究の結果が変わりうるとすれば、草原の牧草採取地としての利用、および放牧による採食などの管理による、葉面積の低下や、生育初期の ET 抑制、であろう。サブグループ 1 では草原の発達に伴う ET の増加、そして発達後の高い ET が明らかとなっており、刈り取りや家畜による採食が ET に及ぼす影響の大きさを示唆している。景観保全や生物多様性の維持など、ともすると森林の拡大ばかりに焦点が当てられてきた阿蘇の草原減少問題について、既存草原での人為的活動の重要性をあぶり出したことは、人為的景観の水文過程研究の立ち上げおよび発展に重要な役割を果たしていると言える。

## (2) 環境政策への貢献 (研究者による記載)

<行政が既に活用した成果>

現時点では活用された成果はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究により、阿蘇の森林が、刈り取りや家畜による採食がなされない環境下の草原とほぼ同程度か、それよりも低いことが明らかとなった。留意すべき点は、この結果は必ずしも草原の ET が森林の ET よりも常に大きいということを示唆してはいないことである。本研究で比較した森林植生は阿蘇一帯の森林植生を代表する状態(サイズ、種組成、気象条件)であったのとは対照的に、調べた草原では、構成種が家畜飼育目的の生産性の高いイタリアンライグラスでありながら、採食も刈り取りも行われなかった群落であった。すなわち本研究の草原試験地とは、牧草地の種が分布を拡大した、また管理されることなく放棄された状態の植生であり、その ET は草原植生が取り得る上限値、を代表する。実際の草原は、同様に生産性が高いが生育期間の途中で採食や刈り取りがされる牧草地帯；より生産性の低い野草からなる草原；生産性は高いが光合成回路が大きく異なるススキ群落、からなると考えられる。これらの植生は本研究の草原試験地と比べ、それぞれ、ET の高い期間が短く刈り取り後に ET が低下する；各時期の ET が低い；ことが考えられる。では実際の阿蘇の草原の ET が、本研究の草原での ET よりどれほど低いのか、については、草原管理の実態の情報と、野草の ET の実測が不可欠である。後者については、草原の ET 観測に最適な渦相関法の実施例もないため、新たな観測の立ち上げが必要となろう。

一方で、これまでの研究で草原と森林の ET の差を生み出す要素として考えられてきた、森林の高い遮断蒸発、および土壌乾燥による草原の ET の抑制、は霧が多く発生して湿潤な阿蘇では発生しない、あるいは希であることは確かである。ET の要素の一つである蒸散についても、群落あたりの葉面積(葉面積指数)および葉面積あたりの蒸散速度のいずれについても、刈り取りなどの管理のされない草原では森林と同程度あるいは森林よりも高く、水資源涵養の視点ではこうした草原の価値は森林よりも低いほどである。

本研究で明らかになったことは、湿潤な日本で水資源涵養を目的とした草原管理を政策として推進するならば、灌木林の除去やその拡大阻止と言った現状維持だけでは不十分であり、残った草原の管理利用が重要かつ不可欠な事業として実施されるべきだと考える。

## 4. 委員の指摘及び提言概要

森林化に伴う草原の減少が阿蘇の水資源を減少させているという当初の仮説がはずれた結果にな

った。明らかにされた実態は、草原の全国的な動向とそのメカニズムの理解にも役立つ可能性があるが、調査地には草原としての蒸発散速度が高い所が選ばれており、草原の違いによる推定がなされていないので評価があいまいになっている。生態系サービスとしては水源涵養だけでなく、草原として維持した場合の洪水制御なども合わせて評価することを考えないと、草原を維持することに関しての社会的理解にはつながらない。全体に発表業績が少なく、学術的な意義もやや弱いのではないか。

## 5. 評点

総合評点： B