

# 名古屋東部丘陵の湧水湿地「八竜湿地」における2013年の降雨流出特性

Rainfall-runoff Characteristics at Spring-fed Mire "Hachiryu Mire"  
in Eastern Hilly Land of Nagoya in 2013

吉田 耕治<sup>1</sup> 福山 泰治郎<sup>2</sup> 岡 尚男<sup>1</sup> 小野 知洋<sup>3</sup>  
Koji YOSHIDA Taijiro FUKUYAMA Hisao OKA Tomohiro ONO

## はじめに

濃尾平野や豊橋平野、伊勢平野などの伊勢湾を取り巻く平野の周辺には丘陵地帯が広がっており、その丘陵上には砂礫層や泥層からなる、湧水に依存した小規模な湿地が分布している<sup>1)</sup>。これらの湿地には、東海丘陵要素植物群と呼ばれる東海地方の固有種や遺存種・隔離分布種<sup>2)</sup>をはじめとして、湿地性環境に依存する数多くの植物<sup>3)</sup>や昆虫などが生育・生息している。このため、現存する多くの湿地では地域住民あるいは自治体などを中心とした保全活動が盛んに行われている。その一方で、湿地が湿地として存在するためには、水の供給が必須であるにもかかわらず、湿地を涵養する湧水の減少・枯渇が各地で懸念されている。渇水対策として、例えば三重県鈴鹿市の金生水沼沢のように地下水の導水や、名古屋市天白区の島田湿地のように流出水の上流への汲み上げ（ポンプアップ）を行って湿地環境の維持を図っているものもある。湧水量低下の原因ははっきりしない場合がほと

んどであるが、湿地の周辺地域での開発によって地下水脈が分断されるなどの要因が考えられる。あるいは、湿地周辺の植生遷移の進行や林相の変化、木本類の増加・高木化などによって、蒸発散量や樹幹遮断量が増加して地下水量が減少することも指摘されている<sup>4)5)6)</sup>。しかしながら、特に伊勢湾周辺地域の湿地において、涵養する水を量的に把握した研究はこれまで報告されていない。希少種が生育する湿地生態系を保全・維持するためにも、降雨流出特性を把握しておくことは極めて重要である。

そこで筆者らは、名古屋市内に残る数少ない湿地の一つであり、東海丘陵要素植物群が生育する八竜湿地において、湧水量の降雨流出特性を明らかにする目的で、その流出部において流量観測を行った。この湿地では1997年に下流の新池からポンプアップによる給水設備が設置されたが<sup>7)</sup>、装置の不具合により早々に給水は中止され、以来約15年間は導水やポンプアップなどの人為的な水の供給は行われていない。しかし、周辺開発が現在も進められているほか、将来的には周辺林の新たな除伐が検討されていることから、現時点での流出量や降雨に対する応答を把握することは、周辺の開発や伐採などの流域環境の変化が湧水量に対してどのように影響するかを評価する上で重要である。ここでは、2013年2

<sup>1</sup>金城学院大学薬学部薬学科  
Department of Pharmacy, College of Pharmacy,  
Kinjo Gakuin University

<sup>2</sup>信州大学農学部森林科学科  
Department of Forest Science, Faculty of  
Agriculture, Shinshu University

<sup>3</sup>金城学院大学国際情報学部国際情報学科  
Department of Global and Media Studies, College  
of Global and Media Studies, Kinjo Gakuin  
University

月から同年8月までの観測結果について報告する。



図1 八竜湿地の位置

### 調査地の概要

研究対象とした八竜湿地は、名古屋市守山区大森八竜地籍内にあり、大森八竜湿地や大森湿原とも呼ばれる。名古屋東部丘陵の西端上に位置し、標高は約60mである。八竜湿地中心部は学校法人金城学院の、周辺林は名古屋市や寺社等の所有地となっているが、一括して名古屋市が管理する八竜緑地として保全



図2 八竜湿地およびその周辺の概況と観測地点。着色部分はフェンスで囲まれた保全地域を示す。本池・旧池内の網掛け部分は湿潤地を示し、破線は流路を示す。埋立地からの渓流水は通常、旧池の手前で伏流水となり、湿地内での各地で湧出する。

されている。この経緯については、金城学院百年史<sup>8)</sup>や小野の報告<sup>9)</sup>に詳しい。

八竜湿地は南西方向に緩く傾斜した谷間にあり、上流側の旧池と呼ばれる規模の小さい湿地と、下流側の本池と呼ばれる規模の比較的大きい湿地で構成されている。旧池は築堤によって区切られた平坦な地形であり、元来はため池か水田だったと考えられる。旧池と本池を合わせた規模は幅約50m、長さは約150m、面積は約8,000㎡であり<sup>10)</sup>、1994年に湿地の保護を目的としたフェンスが設置され<sup>7)</sup>、フェンス内の面積は約5,000㎡である。地層は洪積層である唐山層・八事層からなり、シルトに起因する泥質土壌や砂質土壌、大小の礫が混在し、地下には不透水層（粘土層）が存在している<sup>11)12)</sup>。旧池の北側と本池の北西側は、礫を含む地層が露出した斜面上に形成された貧栄養性の斜面湿地で、八竜湿地の水源はこれらの斜面湿地での湧水のほか、旧池へ北東側から流入する渓流水が主なものである。この旧池への渓流水の上流部にあたる私有地は、1986年6月に将来的な宅地開発を目的として谷が埋め立てられ<sup>7)</sup>、2013年春より戸建て住宅の分譲地として造成および建築工事が開始された。

八竜湿地の植生は本田の報告<sup>10)</sup>に詳しい。八竜湿地では1993年3月に発生した山火事で植生の一部が失われたものの<sup>7)</sup>、現在は斜面湿地部分にトウカイコモウセンゴケやモウセンゴケ、シラタマホシクサなどが生育している。旧池の中心部と本池の南側は谷部であり、泥土が堆積してミズゴケやヌマガヤ、タイワンカモノハシの群落がみられる。

湿地の周辺は森林であるが、その構成は時代とともに大きく変化した。例えば第二次世界大戦直後は、アカマツやネズミサシの低木がまばらに生えるはげ山同然であった<sup>9)</sup>。現在ではそのような林相は本池の北側に見られ

るだけである。旧池・本池の南側では、常緑樹を除伐して落葉広葉樹林を維持する作業が、地元ボランティアの保全団体「水源の森と八竜湿地を守る会」と八竜緑地を管理する名古屋市によって進められ、現在はコナラを中心とした落葉広葉樹の高木の疎林となっている。一方、旧池北側の森林は、これまで除伐が行われず、高木層はコナラなどの落葉広葉樹が、中低木層はヒサカキ、アラカシなどの常緑広葉樹が優占する二次林で、立木密度が他に比べて高い。将来的には常緑広葉樹を除伐して落葉広葉樹林化される予定である。湿地周辺林の上部は、大部分が新興住宅地で、一部に寺や神社が立地している。

### 観測方法

前述のとおり、八竜湿地では旧池北東側の渓流水と、旧池北側の斜面湿地の湧水、本池北西側の斜面湿地の湧水の3つが主たる水源である。旧池北東側の渓流水は通常、湿地に至るまでに徐々に伏流水となり、湿地内で広く湧出する。2ヶ所の斜面湿地の湧水は水量が少ないうえ、斜面上で面的に湧出する。これらいずれの水源も流量・湧出量を正確に観測することは困難であることから、本研究では湿地の流出側に水位計を設置し、八竜湿地全体の流出特性を把握することを試みた。湿地からの流出経路は、平常時は2本の流路が見られ、渇水時は1本、大雨時は4本の流路が確認されているが、流出水は湿地末端から約5m下流部で1本に合流する。その合流点から約2m下流部に90°Vノッチ堰を2013年2月3日に設置した。流出量観測地点の集水面積は0.093km<sup>2</sup>である。堰は厚さ10mmの合板製である。ロガー内蔵型の静電容量式水位計（TruTrack社製 WT-HR500）を堰の内側に設置し、水位を10分間隔で記録した（図3）。さまざまな水位において、ビニール袋を用い

て流出水をできる限り全量採取し、メシリンダーで単位時間当たりの水量を計測し、水位（Vノッチ部分の越流水深）－流出量の関係式を求めた。この式を用いて、自動計測された水位から流出量を算出した。



図3 観測装置の概要。左上が上流(湿地)側，右下が下流側で，右に立っているポールが水位計である。

降雨データは名古屋地方気象台が観測したものを利用した<sup>13)</sup>。八竜湿地を起点にすると、名古屋地方気象台は南西に約6kmの距離である。

### 結果と考察

図4に2013年2月3日から8月25日までの名古屋地方気象台が観測した降雨量データと、八竜湿地流出部のハイドログラフを示す。

流出量データにおいて、4月19日から5月18日までと、8月1日から8月3日まで、装置不具合による欠測が、7月25日と7月29日にアメリカザリガニの巣穴が原因とみられる漏水によって異常値（水位が0以下）が発生した。アメリカザリガニの巣穴は発見次第応急的に土砂で埋め、後日コンクリート板で塞いだ。

観測期間中の最大ピーク流出量は、7月25日19:45に観測された16.8L/sであった。この日の20時までの時間降雨量は57mmであり、観測期間中最多であった。これ以外にも最大

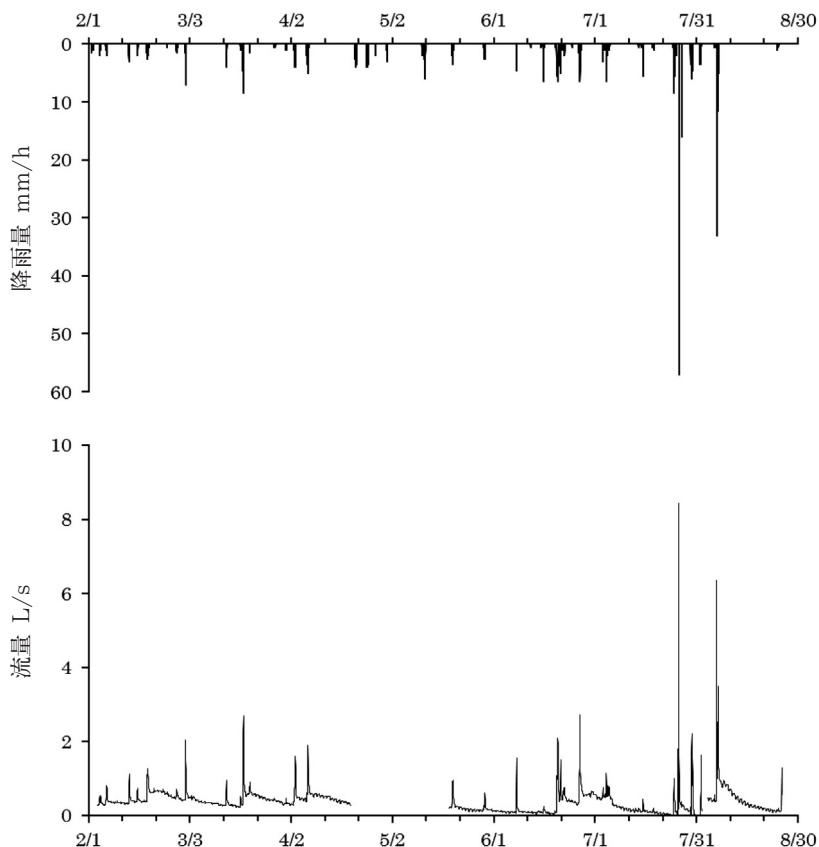


図4 名古屋地方気象台で観測された降雨量(上)と八竜湿地におけるハイドログラフ(下)

ピーク流出量が3.0L/sを超えたのは、3月18日19:30に最大6.1L/sで最大時間降雨量は21時までで8.5mm、4月6日23:20に最大7.7L/sで最大時間降雨量は24時までで5mm、6月26日11:45に最大3.1L/sで最大時間降雨量は12時までで6.5mm、8月5日23:26に最大11.7L/sで最大時間降雨量は24時までで33mmの計4回あった。いずれも最大ピーク流出量が観測された時間と、最大時間降雨量が観測された時間はほぼ一致していた。八竜湿地と名古屋地方気象台が6km離れていることを考慮する必要はあるものの、強度の降雨に対して流出量の増加が直ちに発生していることが明らかとなった。

Hewlett and Hibbert<sup>14)</sup>は、長期の流量観測から得られた経験値として、洪水に伴う流量増加が発生した際、変曲点から0.55 L/s/km<sup>2</sup>/hの傾きを持った直線でそのピークを分割し、その下方の流量を基底流出成分、それを超える流量を直接流出成分としている。この手法を用いて、八竜湿地において落葉広葉樹の開葉前の時期に当たる3月18日および開葉後の8月5日のイベントでの直接流出率を計算すると、それぞれ47.6%、56.4%であった。辻村ら<sup>15)</sup>は八竜湿地と同じ東部丘陵地帯に存在する瀬戸市海上の森において得られたデータにこれを適用し、礫層からなる寺山川流域の直接流出率は最大59%、風化花崗岩か

らなる吉田川流域のそれは最大0.5%であったことから、礫層では風化花崗岩に比べて降雨時の流出量増加が顕著に高いと述べている。八竜湿地ではいずれの大雨に対しても急速に流出量が増加しており、直接流出率も50%程度と高く、礫層としての特徴が寺山川流域と一致した。

時間降雨量が最も多かった7月25日の大雨は、南から流れ込んだ湿った空気と上空の寒気の影響で大気の状態が不安定になったことが原因であるが<sup>16)</sup>、その直前の19時までの時間降雨量は0mm、その直後の21時までの時間降雨量は0.5mmであり、極めて短時間に集中的に降雨があったことがわかる。一方八竜湿地の流出量は、ピーク流出量20分前の19:25時点では0.23L/sに過ぎず、降雨開始から約21時間後の26日16時には0.23L/sまで収束した。前述のように、この時期には漏水が発生していた可能性もあるものの、流出量の増大と減衰がきわめて短時間であったことから、降雨の多くは土壌に浸透せずに流下した直接流出成分であったと考えられた。上記の辻村ら<sup>15)</sup>は、海上の森の寺山川・屋戸川・海上川・吉田川の4ヶ所で流量測定を行ったところ、最大ピーク流出量は寺山川：6,930L/s/km<sup>2</sup>、屋戸川：2,200L/s/km<sup>2</sup>、海上川：4,850L/s/km<sup>2</sup>、吉田川：80L/s/km<sup>2</sup>であり、これは4地域の地質の差異に起因する（寺山川：礫層，屋戸川と海上川：礫層と風化花崗岩の混合，吉田川：風化花崗岩）と報告している。八竜湿地の最大ピーク流出量を流域面積あたりに換算すると180.5L/s/km<sup>2</sup>となり、礫層を中心としているにもかかわらず、同じ礫層からなる寺山川流域とは流出量が大きく異なっていた。寺山川流域には、八竜湿地周辺では見られないスギ・ヒノキの人工林が存在していることや、寺山川流域では地形面上の流域界を超えて地中水が流入している可能性が示唆されて

おり、これらの要因が八竜湿地との差になったのかもしれない。

8月5日23時から6日12時にかけての降雨は断続的な大雨で、この13時間の最大時間降雨量は33mm、総降雨量は84.5mmを観測した。この降雨による最大流出量は11.8L/s、流域面積あたりでは126.3L/s/km<sup>2</sup>であった。この降雨後、8月22日まで16日間降雨がなかったが、大雨の直前の流出量（0.38L/s）に戻ったのは8月12日の12時30分であり、7月25日の短時間の大雨と異なり、直前の流出量に戻るまで降雨後6日を要した。これは7月25日の降雨継続時間が2時間だったのに対し、比較的長く断続的に降雨があったためと考えられる。

基底流出に着目すると、8月5日から6日にかけての降雨によって増加した流出量は、一日の中で周期的な変化を伴いながら0.08L/s程度まで漸減した（図5a）。無降雨期間において一日の最高流出量が記録されたのは、ややばらつきがあるが0時過ぎから7時過ぎの間であった。一方最低流出量が記録されたのは14時過ぎから16時過ぎまでの間であった（図5b）。

このような一日の中での周期的な流出量の増減は、3月以降のほとんどの期間で観測され、無降雨日が比較的長く続いた3月20日から29日まで、4月8日から19日まで、5月21日から28日までにおいて流出量の周期変化が特に顕著であった。太田・城戸<sup>17)</sup>は、この周期変化が起こる要因を、不飽和浸透理論を用いた数値計算によりモデル化した4種類の斜面（植生のある林地斜面，植生のない裸地斜面，斜面上部が裸地で下部が林地の斜面，斜面上部が林地で下部が裸地の斜面）で比較検討した。その結果林地斜面では、樹木からの蒸発散の影響で毎日15時頃流量が最少となり、毎日6時頃最大となることを明らかにしてい

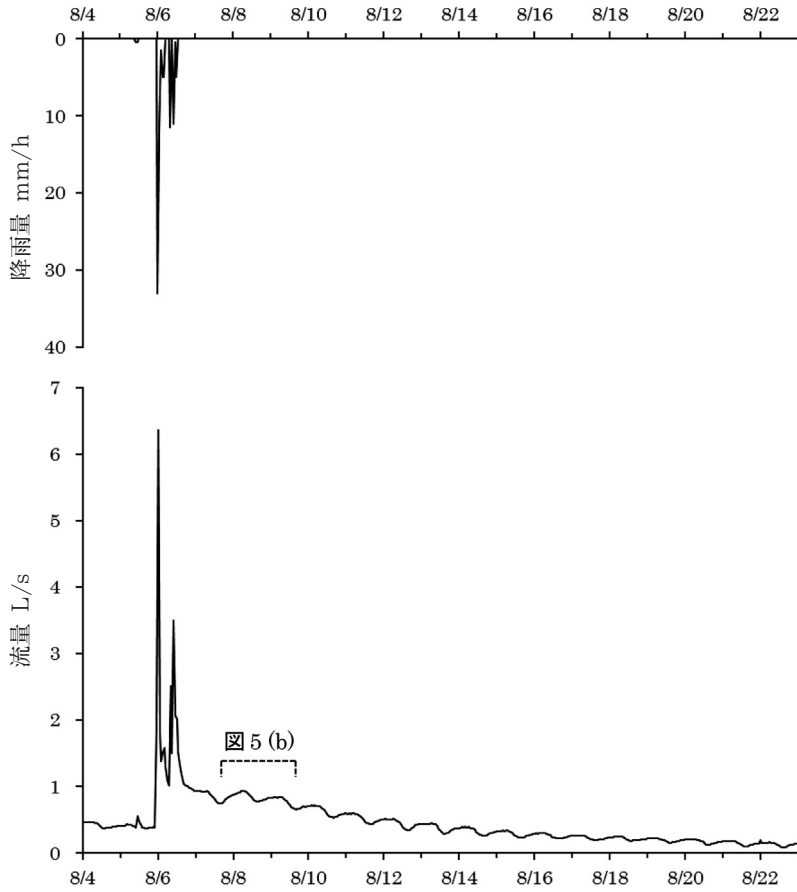


図 5 (a) 8月4日0時から8月22日24時までの名古屋地方気象台で観測された降雨量（上）と八竜湿地におけるハイドログラフ（下）

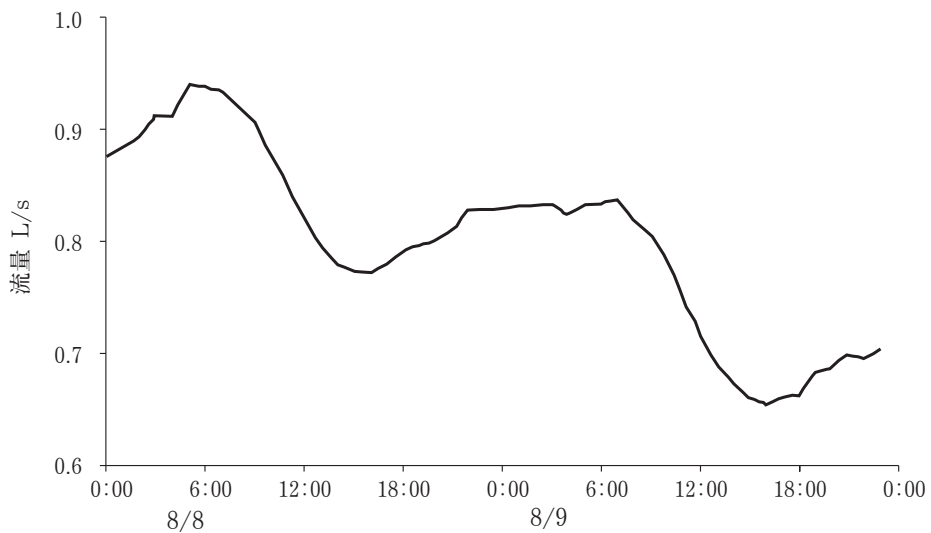


図 5 (b) 8月8日0時から8月9日24時までの八竜湿地のハイドログラフ

る。すなわち本研究で見られた流出量の日変化は，周辺林の樹木の蒸発散によるものであろう。これとともに，湿地表面水の蒸発が晴天日の昼間に促進されたことも影響していると考えられる。

今回の流出量の測定によって，強い短時間の降雨があった場合，八竜湿地では流出量の増加が直ちに起こり，大部分が直接流出となって速やかに逓減するのに対し，強くても長時間の降雨では，流出量の増加は早いものの逓減は緩慢となる特性が明らかとなった。しかしながら今回の研究では気象台の降雨量データを用いており，降雨と流出量の関係を時系列あるいは量的に正確に示すことはできなかった。今後は八竜湿地またはその周辺で雨量観測を行い，流出量との比較検討が必要であろう。また，8月6日から23日までの17日間降雨がなかったが，無降雨日が連続した場合でも，流出量は減少傾向を示すものの途絶えることはなく，八竜湿地は湧水による水の供給が一定量確保されていることもこの研究で示された。現在は落葉広葉樹と常緑広葉樹がやや過密に生育している旧池北側の森林であるが，常緑広葉樹の除伐が今後行われる予定であり，それによってその直下にある斜面湿地の湧水量が増加するものと期待されている。湿地の保全活動の効果を評価する上で，この流出量観測を継続して行うことが必要であろう。

## 結論

八竜湿地の流出部において流量観測を行ったところ，観測期間を通して流出が見られ，降雨に対して迅速に流出量が増加する傾向が見られた。降雨時間が短い時は流出量の逓減も早く，降雨時間が長い時は流出量の逓減まで時間を必要とした。無降雨時には，深夜から早朝の間に日最大流出量を，15時前後に日

最小流出量を示す日変化が観測され，これは周辺林の樹木の蒸散による影響と考えられた。

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり，「水源の森と八竜湿地を守る会」代表である柴田美子氏より多くの助言をいただきました。また，名古屋市守山土木事務所より，本研究の実施，並びに湿地下流部におけるVノッチ堰の設置についてご理解・ご協力をいただきました。ここに感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 浜島繁隆 (1976) 愛知県・尾張地方の小湿原の植生. 植物と自然 10(5), 22-26
- 2) 植田邦彦 (1989) 東海丘陵要素の植物地理: I. 定義. 植物分類・地理40, 190-202
- 3) 波田善夫, 本田稔 (1981) 名古屋市東部の湿原植生. Hikobia.Suppl. 1, 487-496
- 4) 石井正典 (1991) 山地流域を対象とした蒸発散量の推定方法及びそれと林況との関係. 水文・水資源学会誌 4 (3), 45-52
- 5) 吉田豊 (2008) 葦毛湿原の遷移と抱える問題点. 植物地理・分類研究 56 (2), 73-77
- 6) 富田啓介 (2012) 湧水湿地をめぐる人と自然の関係史 —愛知県矢並湿地の事例—. 地理学評論 85 (2), 85-105
- 7) 水源の森と八竜湿地を守る会 (2010) 「八竜緑地 市民緑地」パンフレット
- 8) 金城学院 (1996) 金城学院百年史 pp.662-663
- 9) 小野知洋 (2013) 金城台の地学的・地理学的・生態学的歴史を探る —江戸期から現在に至る経緯—. 金城学院大学論集自然科学編 9 (2), 10-21
- 10) 本田稔 (1977) 大森湿原の植生. 金城学院大学論集 家政学編 17, 9-24
- 11) 石井陽介 (2000) 東海丘陵要素植物群を含む湿地の水質特性. 名古屋大学農学部卒業論文
- 12) 石井陽介 (2004) 東海丘陵要素植物群を含む湿地の水質とその成因. 名古屋大学大学院生命農学研究科修士論文
- 13) 気象庁 気象統計情報 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/> (2013年9月25日閲覧)
- 14) Hewlett, J.D., Hibbert, A.R. (1967)

- Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas. Sopper, W.E., Lull, H.W. 編 International Symposium on Forest Hydrology, Pergamon Press, Oxford, pp.275-290
- 15) 辻村真貴, 恩田裕一, 小松陽介, 清水卓弘, 松村和也, 服部重昭, 中川有里, 松井孝子 (2001) 礫層および風化花崗岩からなる丘陵地源流域における流出・水質特性. 水文・水資源学会誌 14 (3), 229-238
- 16) 名古屋地方気象台 平成25年7月25日の大雨に関する愛知県気象速報 (7月26日15時00分現在) [http://www.jma-net.go.jp/nagoya/hp/gaiyou/h25\\_1sokuhou.pdf](http://www.jma-net.go.jp/nagoya/hp/gaiyou/h25_1sokuhou.pdf) (2013年9月25日閲覧)
- 17) 太田猛彦, 城戸毅 (1986) 森林の蒸発散が斜面流出に及ぼす影響 —不飽和浸透理論を用いた数値実験—. 日本林学会誌 68 (12), 490-498