

IV 研究資料

基盤事業：森林水文モニタリング

－竜ノ口山森林理水試験地－

細田育広（森林水循環担当チーム長）

1. はじめに

1937年に観測を本格的に開始した竜ノ口山森林理水試験地は、2016年で80年を経過した。この間、壊滅的マツ枯れを2回経験し、山火事もあって計画通りの流域試験は実現しなかった。しかし、観測を継続してきたことで日本の温暖寡雨地域における植生変化と水流出の関係を示す唯一無二の長期的記録が蓄積されている。この観測記録は、大降雨イベントに耐えうる量水堰堤の余裕ある設計と頑丈な作りのお陰で土砂浚渫以外に欠測が生じなかったこと、戦争による物資の不足、人員の交代や組織改編によっても観測を中断せず、観測精度が維持されてきたことによるもので非常に大きな価値がある。2016年4月に始まる平成28年度からの5年間、当所は新しい中長期計画に基づいて業務を遂行する。その中で竜ノ口山の観測は他の長期理水試験地と合わせて基盤事業として継続されることとなった。80年目の2016年も、コナラが優勢な針広混交林となって40年近くとなる森林流域における水流出の現状と長期的な変動傾向を把握するため、流出水量と降水量の観測を継続し、新たな観測記録を積み重ねた。

2. 試験地の概要

竜ノ口山森林理水試験地（竜ノ口山）は瀬戸内海式気候の岡山県岡山市に位置する（34° 42'N, 133° 58'E, 36～257m）。北谷（17.3 ha）・南谷（22.6 ha）の二流域で構成され、基岩の大部分は古生層堆積岩だが、北谷主流路右岸から南谷下流部にかけて火成岩類が分布する（農林省林業試験場, 1961）。近年の竜ノ口山は樹高10～15mほどのコナラ等の広葉樹を主とする二次林で広く覆われ、北谷では量水堰近傍と稜線鞍部の狭い範囲に、南谷では山頂下と主流路沿い上流部にまとまってヒノキ人工林が分布する。また南谷中流斜面下部0.48 haに2006年植栽地があるほか、ササ等が繁茂する草藪地や疎林が点在する。

3. 観測方法

降水量（mm）は、竜ノ口山山麓の岡山実験林気象観測露場において転倒マス型雨量計により0.5mm単位で観測し、貯留型の普通雨量計による値で適宜補正した。流出水量（mm）は、両谷ともに1937年以来使用される60°Vノッチ式量水堰堤において越流する水位をフロート式自記水位計で観測し、水位－流量換算式により流量（ℓ/sec）に変換し、時間積分して流域面積で除して求めた。

4. 2016（平成28）年の概況

1年の経過を月値で示す（図）。観測結果については本年報の研究概要キ105に述べたので、ここではその背景を概説する。2016年の気象の特徴は、過去80年間で7番目に年降水量が多かった点にある。この年、2014年夏に発生したエルニーニョが終息した春まで暖かい多雨傾向が続いた（気象庁, 2017）。また、最初の台風が発生したのは7月3日と遅かったが、9月までに1951年以降2番目に多い6個の台風が上陸した。このうち3つが北海道に、1つが岩手県に上陸し甚大な被害を与えた。こうした状況の中で竜ノ口山山麓9月の月降水量は平年を125mm上回った。6月の月降水量が平年を200mm以上上回ったのは、梅雨前線や気圧の谷、湿った空気の影響で曇りや雨の日が多かったことによる（岡山地方気象台, 2016）。年間を通じて多雨傾向となったため、流域土層水分の涵養が維持され、流出率は高い水準になったと考えられる。ただし、月降水量が平年を20mm以上下回った3月・10月の流出水量は平年比（平年値に対する当年値の百分率）74～93%となった一方、月降水量が同程度平年を下回った5月・7月の流出水量は平年比48～64%となった。瀬戸内海式気候下にある約36年生混交林の生育期においては、月降水量が平年よりも約20mm不足するだけで月流出水量が顕著に減少しうることがうかがえた。

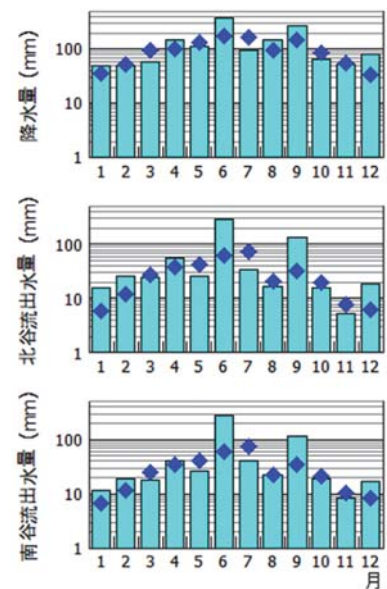


図 2016年の月積算値。
棒グラフ：2016年値
◆：平年値（1981-2010年）

引用文献

- 気象庁（2017）気候系監視年報2016, 54-69.
農林省林業試験場（1961）森林理水試験地観測報告, 173-225.
岡山地方気象台（2016）岡山県の気象平成28年（2016年）6月, 2-3.

基盤事業：森林流域の水質モニタリング

岡本 透（チーム長（森林土壌資源担当））

1. はじめに

京阪神地域では都市域に近接して森林が分布している。そのため、都市域から排出された相当量の環境負荷物質が、降雨を介して森林に流入していると考えられる。高濃度の環境負荷物質の流入が定常的に続いた場合、森林生態系内の物質循環プロセスに影響が生じ、森林から流出する渓流水の水質に影響を与える可能性がある。そこで、京阪神地域の都市近郊林における林外雨と渓流水の主要溶存成分のモニタリング調査を行い、その化学特性の季節変化、経年変化を明らかにする。

2. 試験地の概要と観測の方法

林外雨と渓流水のモニタリングは近畿中国森林管理局京都大阪森林管理事務所管内北谷国有林内の山城水文試験地（京都府木津川市、34° 47'N、135° 51'E）で行った。流域面積は1.6ha、標高は180～255mである。地質は花崗岩で、土砂流亡がかつて頻発したことを反映し、土壌は未熟土および未熟な褐色森林土である。植生はコナラヤソヨゴを優占種とする落葉広葉樹林であるが、ナラ枯れが急速に進行しつつある。試験地はタワーフラックス観測ネットワーク試験地の一つである。林外雨は観測タワー上部に設置した直径21cmのポリロートで受け、10lポリタンクに貯留し、採取した。渓流水は、源頭部付近で常時流水のある地点に定点を設けて採水した。林外雨と渓流水の採取は月一、二回程度の頻度で行った。採取した林外雨、渓流水サンプルは実験室に持ち帰り、pHはガラス電極法、電気伝導度（EC）は白金電極法で測定した。溶存成分濃度は孔径0.45 μ mのメンブランフィルターでろ過した後、イオンクロマト法、ICP発光分光分析法で測定した。HCO₃濃度は中和適定法、溶存有機炭素濃度は乾式燃焼法を用いて測定した。

3. 2015年の観測結果

山城試験地の2015年の年降水量は1668mmで、前年よりも多かった。夏から秋にかけて通過した3つの台風による降水量が多かった。林外雨のpHは、4.26～4.94の範囲内で変動していた（図1）。2015年のpHの加重平均値は4.58であり、前年とほぼ同じであった。ECは0.71～6.55 mS m⁻¹の範囲内で変動し、加重平均値は1.96 mS m⁻¹であった。ECの加重平均値は前年よりもやや低いものの、2008年以前の加重平均値よりも高かった。EC値の高い試料は、いずれの溶存成分も濃度が高い傾向を示したが、中でもNO₃の濃度が高かった。ECとNO₃濃度には正の相関が認められた。NO₃濃度が高い要因については、今後モニタリングを続ける中で明らかにしていきたい。

一方、渓流水については、pHとECの平均値はそれぞれ7.03と6.49 mS m⁻¹であった。各溶存成分濃度も概ね前年と同程度の範囲で変動していた。SiとNO₃濃度の2015年の変化を示す（図2）。降雨時もしくは降雨直後の流量が多いときに採水した試料では、Si濃度は低く、NO₃濃度は高い傾向が認められた。

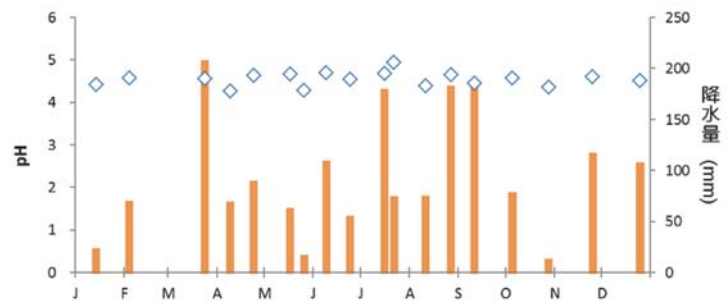


図1 林外雨のpHと降水量（2015年1月～2015年12月）

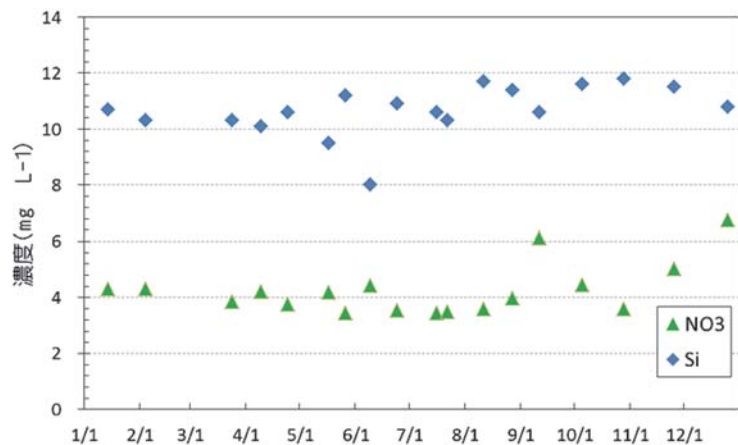


図2 2015年における渓流水のSiとNO₃濃度の変化

滝谷スギ人工林収穫試験地（兵庫県宍粟市波賀町）定期調査報告

－間伐方法の違いによる成長の違いについて－

田中邦宏・齋藤和彦（森林資源管理研究グループ）

近口貞介・楢山真司（地域連携推進室）

1. 試験地の概要

滝谷スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験地は、スギ人工林を大径木から間伐するナスビ伐りや、上層木を間伐することによって複層林に誘導し、漸次択伐林にする計画で、1900年に植栽された林分を1936年に試験地として設定した。設定時の林齢は37年生で現在117年生である。

本試験地は近畿中国森林管理局兵庫森林管理署管内、滝谷国有林136林班ち小班に所在する。普通間伐区（0.63ha）、上層間伐区（0.79ha）、ナスビ伐り区（0.76ha）から構成され、外囲林（0.07ha）を含む総面積は2.25haである。

表1 試験地の来歴

年月	施業など
1900年3月	植栽 10,000本/ha、苗木は山崎営林署苗畑養成
1900年9月～1906年8月	下刈（6回、林齢1～7年生までに）
1901年3月	補植 8%（林齢1年生）、苗木は山崎営林署苗畑養成
1906年3月	補植 16%（林齢6年生）、苗木は山崎営林署苗畑養成
1909年9月～1919年1月	つる切り（6回、林齢10～19年生までに）
1914年8月、1916年9月	除伐（2回、林齢15、17年生）
1914年10月	枝打ち（林齢15年生）
1921年9月	間伐 1%（林齢22年生）
1928年9月	間伐 6.5%（林齢29年生）
1935年9月	間伐 0.8%（林齢36年生）
1936年11月	試験地設定、間伐（林齢37年生）

試験地は海拔高約570～730mの南東向き斜面にあり、平均傾斜は約40度である。本試験地の北西約26kmに所在する智頭地域気象観測所（鳥取県八頭郡智頭町、標高182m）における1999～2008年の平均観測値によると、年間降雪日数は35日、年間積雪日数は44日、最深積雪深は46.7cmである。気象観測所との標高差を考えると、本試験地は多雪地域に位置すると考えられる。試験地の来歴を表1に、調査の経過を表2に示す。

なお、調査項目は胸高直径、樹高、枝下高、寺崎式樹型級区分であるが、樹高については一部の立木を測定し、ネスルンド式による樹高曲線を用いて推定した。胸高直径の測定には直径巻尺を、樹高および枝下高にはVertex IIIおよびIVを用いた。

表2 調査の経過

調査回	調査年月	林齢	施業等
1	1936.11	37	間伐
2	1942.11	43	間伐
3	1947.11	48	間伐
4	1952.10	53	間伐
5	1957.10	58	間伐
6	1962.12	63	間伐
7	1967.11	68	間伐
8	1972.12	73	第2、3分地のみ間伐
9	1982.11	83	間伐
10	1992.10	93	間伐
11	2002.10	103	第2、3分地のみ間伐
12	2011.09	112	
13	2016.09	117	

2. 調査結果と考察

図 1 に本数密度の経年変化を示す。

前回の調査（2011 年）と比較して、ナスビ伐り区での本数密度の低下が目立つ。枯損木のサイズは $10.6 \pm 7.6\text{cm}$ （平均値 \pm 標準偏差）と、相対的に胸高直径の小さい個体が枯損木の多くを占めていた。

図 2 に材積間伐率の推移を示す。概ね普通間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区の順に、材積間伐率が大きくなっていることが分かる。また、70 年生前後の間伐率が低くなっている。

図 3 には平均直径比の推移を示す。平均直径比とは、間伐前の平均胸高直径 D に対する間伐木の平均直径 d の比で、値が小さいほど小径木を、大きい程大径木を中心に間伐していることを示す。間伐率の低かった 70 年生前後を除くと、普通間伐区は 1 を下回っており下層間伐であることが分かるが、上層間伐区は平均直径比の観点からは普通間伐区とさほど大きな違いは無い。一方、ナスビ伐り区は d/D が 1.5 程度と、大径木を中心に間伐していることが分かる。

図 4 に平均胸高直径の、図 5 に平均樹高の推移を示す。ナスビ伐り区において平均胸高直径の成長量が多い一つの原因としては、小径木の枯損量が多かったためと考えられた。

図 6 に総成長量の推移を示す。総成長量とは、ある林齢での残存木の材積にそれまでの間伐材積の累計を加えたものである。概ね普通間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区の順に小さくなっているが、上層間伐区では 90 年生を過ぎたあたりから、普通間伐区と同水準の値となっている。ナスビ伐り区も前回の調査（2011 年）と比べて今回の調査で大きな成長量を示していた。この原因としては、胸高直径および平均樹高の成長速度の増大が寄与しているものと考えられた。

図 7 に総平均成長量の推移を示す。総平均成長量とは、ある林齢での総成長量を林齢で除したもので、伐採する林齢の指標となるものである。いずれの試験区でも総平均成長量が大きく増加している。本試験地での総平均成長量は、90 年生でいったんピークを迎えたが、今回の調査では再度上昇し、かなり高齢級になっても成長は持続していると言えた。林分収穫表の地位 3 等では、総平均成長量のピークの値が 80 年生で $5.0\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ であるが、本試験地ではそれより大きな値となっている。

写真に林齢 117 年生時のナスビ伐り区の林相を示す。大径木、中径木、小径木と階層化が進んでおり、被圧されている小径木も見受けられる。

本試験地は、普通間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区の 3 種の試験区を併設している希少な試験地であると考えられる。間伐と林分成長の関係について、より多様な調査資料を得るために、今後も引き続き調査を継続していく。

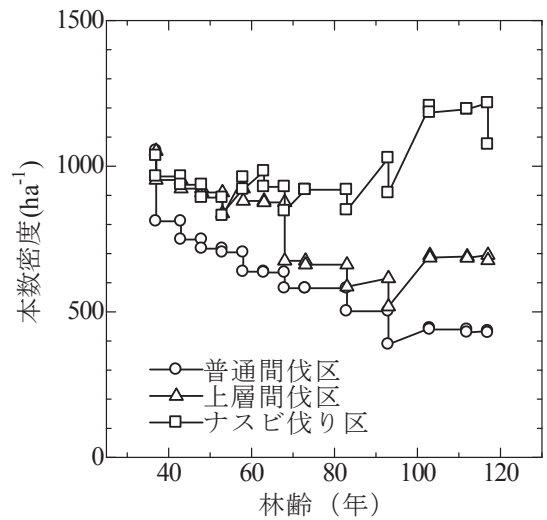


図 1 本数密度の推移

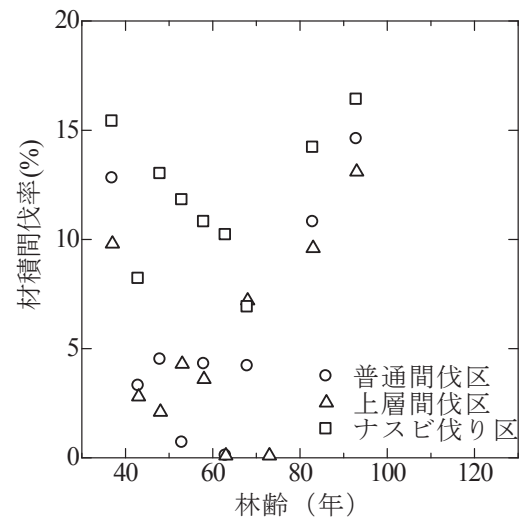


図 2 材積間伐率の推移

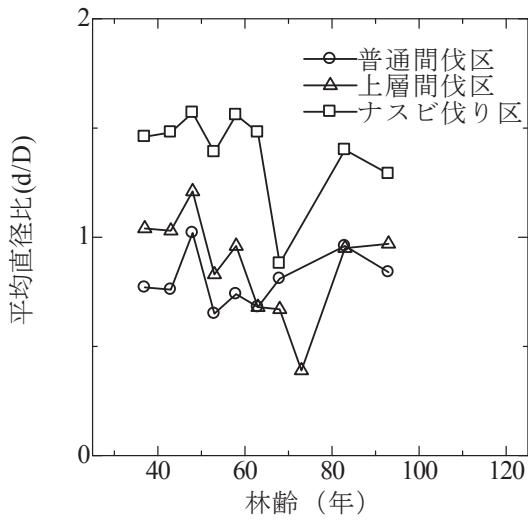


図3 平均直径比の推移

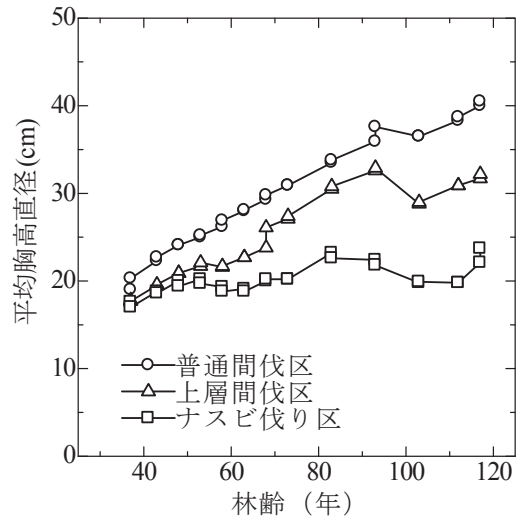


図4 平均胸高直径の推移

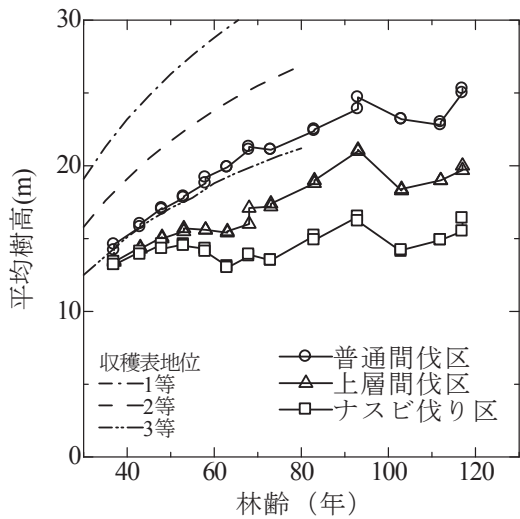


図5 平均樹高の推移

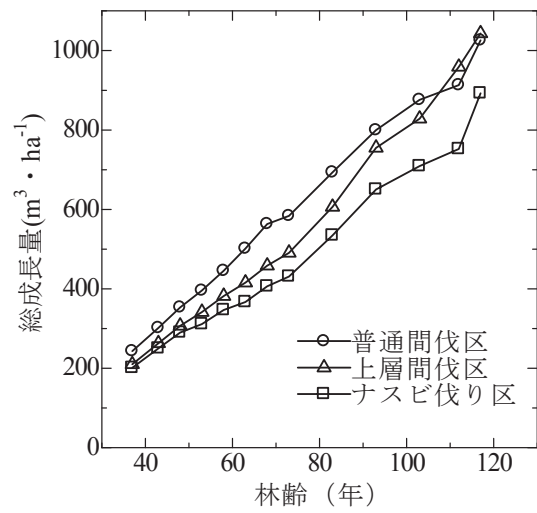


図6 総成長量の推移

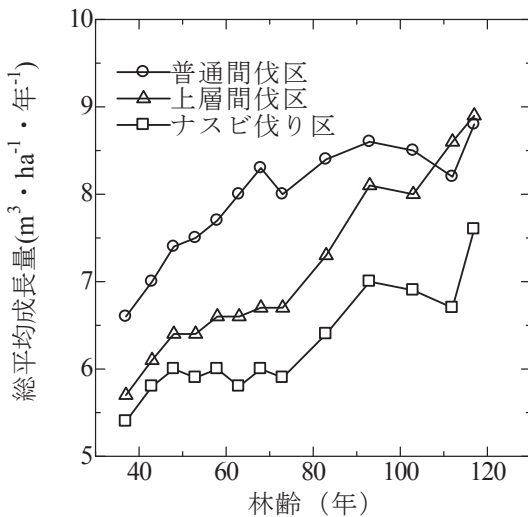


図7 総平均成長量の推移



写真 117年生時のナスビ伐り区の林相