

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

2014 年は、台風 12 号および 11 号が相次いで日本列島に接近・上陸し、前線が日本付近に停滞したため 7 月末から 8 月下旬にかけて西日本各地で大雨となった（平成 26 年 8 月豪雨；気象庁，2015）。高知県ではこの期間の総降水量が 2000mm を超えるところがあり、広島県では局地的に強雨域が停滞した 8 月 20 日に大規模な土砂災害が発生した。京都府内でも 8 月後半の雨により、福知山市で 4000 棟・京都市で 300 棟を超える浸水被害が生じている（京都府，2014）。この年の 7 月 1 日に水循環基本法（国土交通省，2014）が施行され、縦割りの水行政の連携を図り、健全な水循環の維持・回復を目指すこととなった。水資源の保全や水害対策の改善が期待されるが、国土の約七割を占める山地の水流出機構や森林の理水機能に関する理解を深めることは、効果的な施策の実現に不可欠であることはいうまでもない。本事業は、こうした要請に応えるための基礎データを蓄積している。

2. 試験地の概要と観測の方法

岡山県岡山市に位置する竜ノ口山森林理水試験地は、南北に隣接する二流域、北谷（17.3 ha）・南谷（22.6 ha）で構成される（34°42'N, 133°58'E, 36～257m）。北谷主流路右岸は主として石英斑岩、それ以外は古生層堆積岩を基岩とする。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、一部にヒノキ人工林が分布する。また南谷中流斜面下部には 0.48 ha の 2006 年新植地があるほか、クズやササが繁茂する草薹地や疎林が部分的に広がる。

降水量（mm）は、試験地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、貯留型普通雨量計の値で補正した。流出水量（mm）は、両谷ともに 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（細田・阿部，2012）。なお 2014 年 2 月 17～22 日の間、南谷では量水堰堤の土砂浚渫工事に伴い観測を休止した。この間、降水はなかったため、該当期間前後の水位を滑らかに結ぶ曲線で近似し、観測休止期間の流出水量を推定して補完した。

3. 2014（平成 26）年の観測結果

月毎の経過を図に示す。2013 年 6 月から平年並みかそれをやや上回った降水量の傾向は 2014 年 3 月まで続いた。このため、北谷・南谷の流出水量も同様の傾向で推移した。しかし、4～7 月の降水量は平年を 40～90mm 程度下回った。4～6 月の降水量は再現期間 10 年を下回るが、78 年間の観測における 10 位前後（7 月は 23 位）の寡雨記録である。この間、植生の生育期間と重なり、流出水量は平年を大きく下回った（5・6 月で再現期間は十数年程度）。8 月の降水量は「平成 26 年 8 月豪雨」を構成する台風 12・11 号の影響で上旬に 187mm を記録し、月積算 261mm は 78 年間で 4 位の多雨記録（再現期間約 20 年）となった。これに伴い 8 月の流出水量は北谷で 105mm、南谷で 57mm 平年を上回り、78 年間の観測において北谷は 4 位、南谷は 7 位（欠測が生じた 1997 年を除く）の値を記録した。8 月の降水量がほぼ同じ 2004 年は、9・10 月も 220mm を超える降水量を記録して大量の土砂流出や風倒害が発生した（後藤ら，2006）。しかし、2014 年は 10 月の降水量が台風 18 号の影響などで平年を 100mm 近く上回ったものの 200mm に達せず、9 月は平年を約 50mm 下回り、4～7 月の寡雨傾向もあって大量の土砂流出等は発生しなかった。11・12 月は平年をやや上回って経過した。なお、試験地に近い赤磐市稗田で 9 月 6 日 16 時過ぎに積乱雲の発達による突風が発生した（岡山地方気象台，2014）。同じ時間帯における試験地の最大瞬間風速は 10m/s を少し超える程度だったが、10 分間雨量 15mm・1 時間雨量 37mm を超える強い雨を記録した。この影響により毎分の流出水量は北谷で約 15 ℓ から約 10m³ へ、南谷で約 25 ℓ から約 7m³ へ、いずれも降り始めから 45 分程度で急激に増加した。

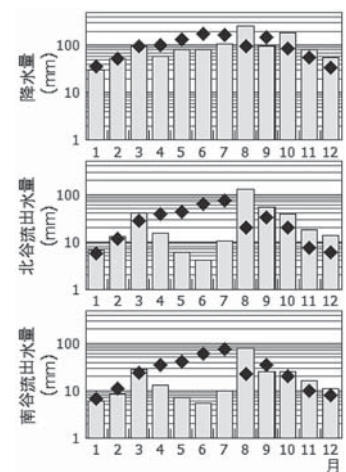


図 2014 年の月積算値。
棒グラフ：2014 年値
◆：平年値（1981-2010 年）

引用文献：後藤ら（2006）森林総合研究所研究報告，400: 215-225。／細田・阿部（2012）砂防学会誌 65（2），56-60。／気象庁（2015）平成 26 年（2014 年）全国災害時気象概況，70p。／国土交通省（2014）水循環基本法について，8p。／京都府（2014）平成 26 年 8 月豪雨（15 日からの大雨）による被害等の概要について（第 28 報），31p。／岡山地方気象台（2014）平成 26 年 9 月 6 日に岡山県赤磐市稗田で発生した突風について，気象速報，2p。

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。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。以上の観点から、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管内北谷山国有林内の山城水文試験地（京都府木津川市）で行った（34° 47'N、135° 51'E）。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。植生はコナラやソゴを優占種とする落葉広葉樹林である。当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。山城試験地では水質モニタリングが長期にわたって行われていたが、2年ほど中断していた。このため、試験地内の観測施設の再整備を2013年に開始し、モニタリング調査を同年11月に再開した。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0.45μm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. 2013～2014年度の観測結果

山城試験地の2014年の年降水量は1517mmで、ほぼ平年並みであった。季節的には、梅雨時期の降水量は少なかったが、夏から秋にかけての時期の台風と秋雨前線による降水量が多かった。林外雨のpHは春季の1点、夏季の1点を除くと概ね4～5の範囲内で変動していた（図1）。2014年のpHの加重平均値は4.53であり、モニタリング中断前のpHの加重平均値の範囲内（4.5～5.0）で低めの値を示した。ECは1～23mS m⁻¹の範囲内で変動し、加重平均値は2.61mS m⁻¹であった。ECの加重平均値は中断前よりも高い値を示したが、2000年以降ECは増加傾向を示しており、その傾向が継続している可能性がある。EC値の上昇の要因は、多くの溶存成分濃度が中断前とほぼ同様の濃度であったのに対して、硝酸イオン濃度は10mg L⁻¹を越える頻度が多くなったことが影響していると考えられる。ECと硝酸イオン濃度には正の相関が認められた（図2）。

一方、渓流水については、pHとECの値は中断前の範囲におさまっていた。溶存成分濃度の値も概ね中断前の範囲で変動していた。ただし、硝酸イオン濃度は中断前（平均：5.76～3.84mg L⁻¹）で低めの値を示し（平均：3.90mg L⁻¹）、濃度のばらつきが小さかった。その要因については、モニタリングを続ける中で今後検討していきたい。

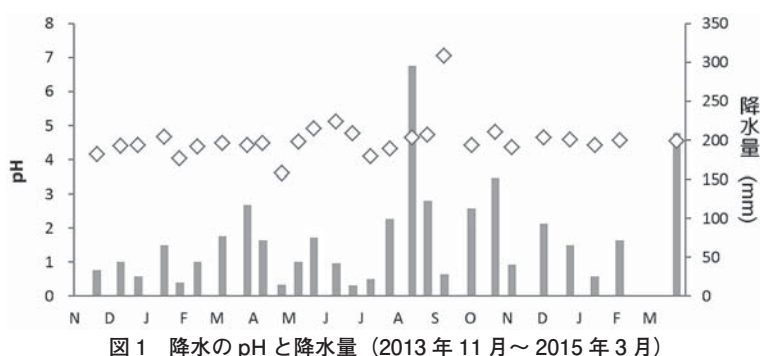


図1 降水のpHと降水量（2013年11月～2015年3月）

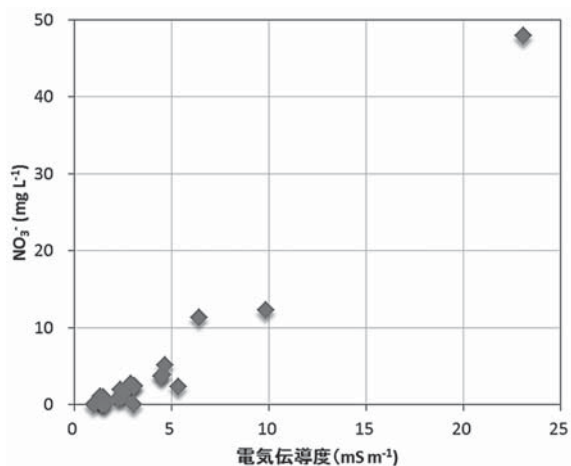


図2 降水中の電気伝導度と硝酸濃度との関係

篠谷山スギ収穫試験地（鳥取県日野郡江府町）定期調査報告

－ 山陰地方におけるスギ人工林の成長について －

田中邦宏・齋藤和彦（森林資源管理研究グループ）

近口貞介・檜山真司（連絡調整室）

1. 試験地の概要

篠谷山スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験地は、山陰地方におけるスギ人工林の間伐量および成長量を調査する目的で、1959年11月に設定された。設定時の林齢は31年生で現在86年生の林分である。

試験地は近畿中国森林管理局鳥取森林管理署根雨森林事務所管内、篠谷山国有林715林班い小班に所在し、林相はスギ一斉人工林、試験地面積は0.8ha、調査区面積は0.2ha、海拔高560～620m、平均傾斜約20度の西南西向き斜面である。本試験地の南西約28kmにある茶屋地域気象観測所（海拔490m）における1999～2008年の平均観測値によると、年間降雪日数は39日、年間積雪日数は30日、最深積雪は23.3cmである。本試験地は山陰地方では比較的温暖かつ少雪な地域に位置すると言えよう。

試験地の来歴を表1に示す。なお、前生林は広葉樹林である。林齢は植栽年を0年生として計算している。

試験地設定後は5～10年間隔で定期調査を行うとともに、必要に応じて寺崎式B種に相当する下層間伐を実施してきた（表2）。ただし、66年生時には本数間伐率23.8%、材積間伐率19.7%のやや強めの間伐を行った。前回調査から10年を経過したので、2014年9月に第11回定期調査を行った。調査内容は、胸高直径、樹高、枝下高、寺崎式樹形級区分の毎木調査である。胸高直径は直径巻尺で0.1cm単位、樹高および枝下高はVertex IVにより、0.1m単位で測定した。調査時の林相を写真に示す。

表1 試験地の来歴

年 月	施業など
1928年12月	植栽 3,000本/ha
1929年8月～1936年8月	下刈（8回、林齢1～8年生）
1930年12月	補植 10%（林齢2年生）
1942年11月、1951年9月	つる切り（2回、林齢14、23年生）
1956年12月	間伐（林齢28年生）
1959年11月	試験地設定、間伐（林齢31年生）

表2 調査の経過

調査回	調査年月	林齢	間伐率（%）		
			本数	幹材積	平均直径比（※）
1	1959	31	16.3	7.6	0.74
2	1964	36			
3	1969	41	16.4	7.9	0.75
4	1974	46			
5	1979	51			
6	1984	56	13.5	7.5	0.80
7	1989	61			
8	1994	66	23.8	19.7	0.92
9	1999	71			
10	2004	76			
11	2014	86			

※間伐前の平均直径を D 、間伐木の平均直径を d としたとき、平均直径比 $=d/D$

2. 調査結果と考察

主林木の平均樹高成長曲線を本試験地と山陰地方スギ林分収穫表（大阪営林局、1969、以下「収穫表」）の間で比較した（図1）。ただし収穫表には60年生までの値しか無いため、60年生以降の部分はミッチャーリッヒ式による外挿である。50年生頃までは地位1等の成長曲線にほぼ沿う形で推移していたが、50年生以降には樹高成長は次第に頭打ちとなり、収穫表の地位2等相当にまで低下していた。理由として、本試験地の樹高成長パターンが特異的であるという可能性、または50年生以降収穫表の樹高成長予測が過大である可能性が考えられる。利用可能な他の調査データなどを活用して検証する必要がある。

立木本数密度は図 2 のように地位 2 等相当を中心に推移しており、収量比数は 0.6 ～ 0.75 の間とほぼ中庸な密度管理が行われてきた（図 3）。

平均胸高直径は全期間を通じて収穫表の地位 1 等の成長曲線にしたがって推移しており、樹高成長のような頭打ちは認められない（図 4）。

総収穫量は樹高成長とは反対に 50 年生頃まで地位 2 等相当で推移し、それ以降、地位 1 等相当で推移していた（図 5）。61 年生で $1,100\text{m}^3/\text{ha}$ 、今回調査時（86 年生）では $1,480\text{m}^3/\text{ha}$ に達していた。これは樹高成長量の低下よりも胸高直径成長の大きさが、総収穫量の高さに寄与しているためと考えられる。

幹材積の連年成長量および連年成長率についてみても、60 年生以降も低下は認められず、高齢級となっても高い成長量、成長率を維持していることが分かる（図 6）。

本試験地を初めとする収穫試験地は、同一の林分における施業と成長の関係を明らかにするための、大変貴重な試験地である。今後も引き続き、定期調査を続けていく必要があると考える。次回の調査は 2024（平成 36）年秋季を予定している。

引用文献 大阪営林局（1969）山陰地方スギ林分収穫表調製説明書：90-92



写真 調査時（86 年生時）の林相写真

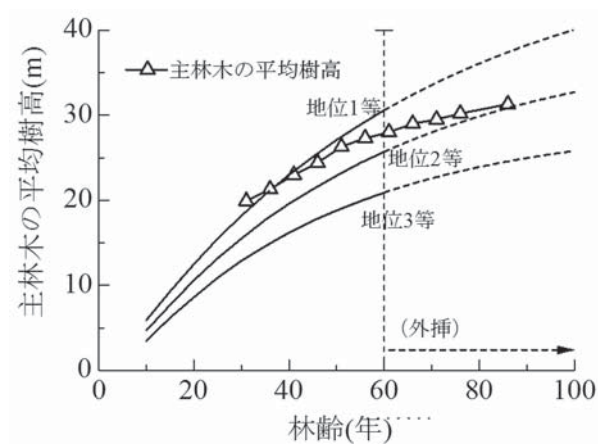


図 1 主林木の平均樹高の経年変化

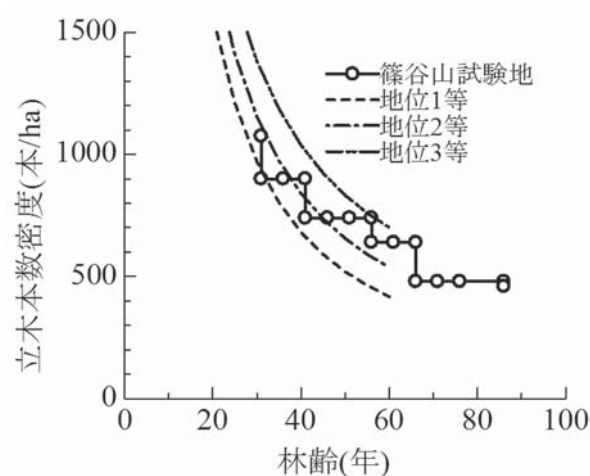


図 2 立木本数密度の経年変化

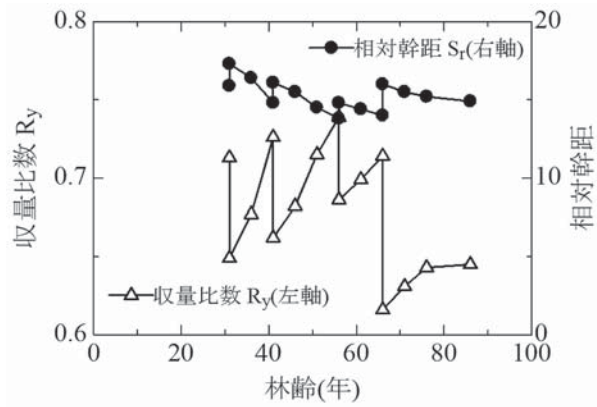


図3 収量比数および相対幹距の経年変化

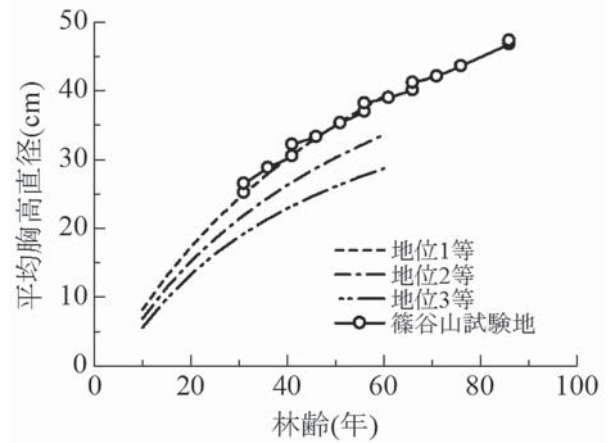


図4 平均胸高直径の経年変化

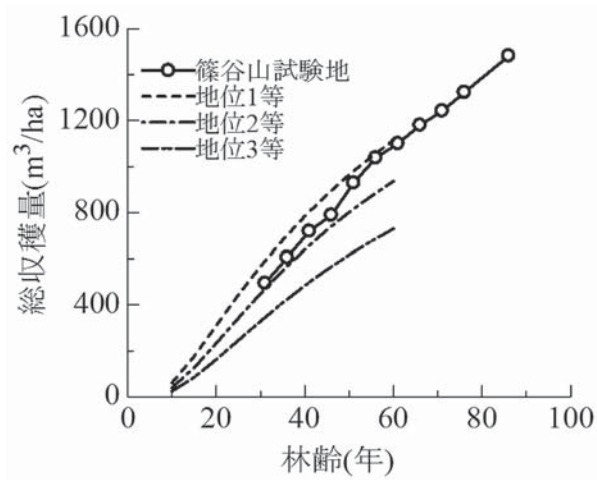


図5 総収穫量の経年変化

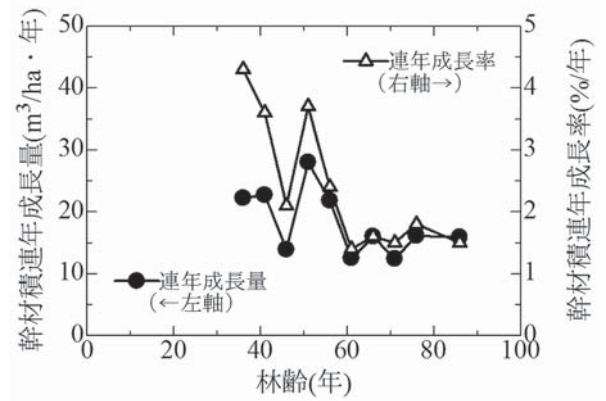


図6 幹材積の連年成長量および連年成長率の経年変化