

## 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

2015年7月16日23時頃台風11号（NANGKA）が室戸岬に上陸して北上し、翌17日6時頃倉敷市付近に再上陸してさらに北上を続けた。その経路は紀伊半島に激甚災害をもたらした2011年台風12号（TALAS）と同様であり、四国から関東の広い範囲で記録的な大雨となった（気象庁, 2015b）。この日、岡山地方気象台では7月の24時間降水量最大値131.5mmを更新している。9月には台風18号（ETAU）が中部地方を、ほぼ同時に台風17号（KILO）が日本の東海上をそれぞれ北上する過程で関東・東北に線状降雨帯が次々と発生し、記録的な大雨となった（気象庁, 2015a）。鬼怒川上流では日降水量が400mmを超え、中・下流部で洪水等の大きな被害が発生している。将来気候の予測において降雨強度の増加が指摘され（風間, 2010）、近年極端な気象現象が頻発している実感もある。極端な気象条件における降雨流出の実態を明らかにすることは、将来に向けた効果的な治水対策の策定に不可欠である。そのとき短期・長期の視点で解析できる実測データを蓄積していることが、長期観測のひとつの大きな意義といえる。2015年も観測精度を維持しつつ新たなデータを積み重ねた。

#### 2. 試験地の概要

1937年岡山県に設置された竜ノ口山森林理水試験地（竜ノ口山）は、瀬戸内海式気候の温暖寡雨地域に位置する（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から成るが、北谷主流路右岸から南谷下流部にかけて石英斑岩を主とする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混交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（ヒノキ・広葉樹混植）があるほか、クズやササ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. 2015（平成27）年の観測結果

1年の経過を月値で示す（図）。概況については研究概要のK101（P30参照）に記したので、ここでは少し詳しく補足する。まず少雨期の多雨傾向は、前線や低気圧によるまとまった降水が短期的にもたらされたことによる。1・11・12月の降水量は平年の2倍以上であり、過去79年間で順に8・2・3位の多さだった（流出水量は1・11月が8位前後、12月が4位前後）。反対に気圧の谷の影響が小さかった2月、高気圧に覆われる日が多かった5・10月の降水量は過去79年間で順に11・18・6位の少なさだった（流出量は5月が12位前後、2・10月は30～40位前後）。6月初めの梅雨入り後、7月上旬まで曇りや雨の日が多かったが、7月の多雨は台風11号による1回の降雨イベントによるもので、これを除けば中下旬の降水量は40mmに満たなかった。流出量は5・8・10月に目立って少なかった。5・10月は少雨ただただけでなく、5月は13日、10月は25日各々連続して2mmを超える日雨量が観測されなかった。同様に8月の降水量は平年を上回ったが、7月末から19日連続して日雨量は3mmを超えなかった。

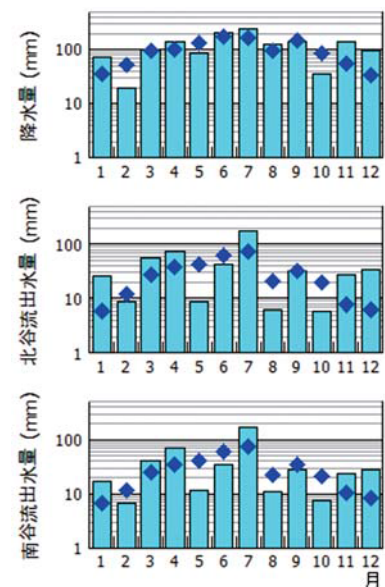


図 2015年の月積算値  
棒グラフ：2015年値  
◆：平年値（1981-2010年）

#### 引用文献

- 風間（2010）水利科学 312: 17-32  
 気象庁（2015a）災害時自然現象報告書 2015年 第1号, 90pp.  
 気象庁（2015b）災害時自然現象報告書 2015年 第2号, 198pp.  
 農林省林業試験場（1961）森林理水試験地観測報告, 173-225

## 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な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。植生はコナラや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 $\mu$ 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。HCO<sub>3</sub>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年度の観測結果

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<sup>-1</sup>の範囲内で変動し、加重平均値は1.96 mS m<sup>-1</sup>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NO<sub>3</sub>の濃度が高かった。ECとNO<sub>3</sub>濃度には正の相関が認められた。NO<sub>3</sub>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<sup>-1</sup>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NO<sub>3</sub>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、NO<sub>3</sub>濃度は高い傾向が認められた。

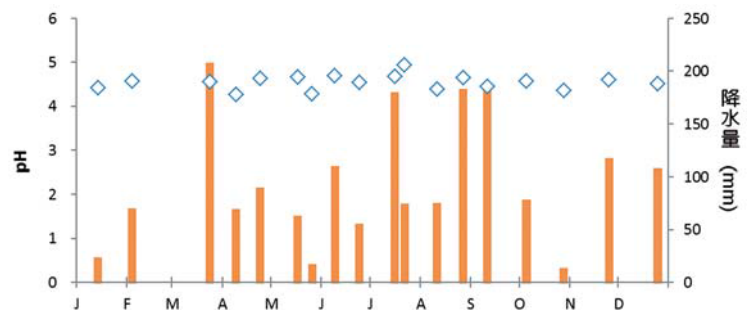


図1 林外雨のpHと降水量（2015年1月～2015年12月）

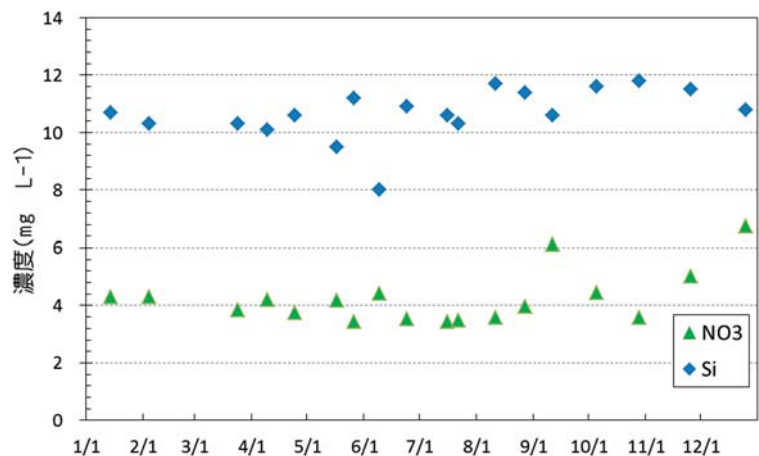


図2 2015年における渓流水のSiとNO<sub>3</sub>濃度の変化

## 遠藤天然林スギ択伐林収穫試験地（岡山県鏡野町）定期調査報告

－内陸型気候地域に位置するスギ天然林択伐林における林況調査－

田中邦宏・齋藤和彦・田中真哉（森林資源管理研究グループ）  
近口貞介・楢山真司（連絡調整室）

### 1. 試験地の概要

遠藤天然林スギ択伐林収穫試験地は、岡山県と鳥取県が接する内陸型気候地域に位置する。

同地域における天然林スギ択伐林において、間伐量および成長量を調査する目的で、1937（昭和12）年7月に設定された。設定時の林齢は100年生で、2015（平成27）年の時点において178年生の林分である。試験地における施業と調査の来歴を表1に示す。

表1 施業と調査の来歴

年月	上層木の林齢（年）	施業と調査
1937（昭和12）年07月	100	毎木調査と択伐。1分地を無施業区、第2分地を択伐区とするA種収穫試験地を設定した。
1942（昭和17）年07月	105	毎木調査
1947（昭和22）年09月	110	毎木調査
1953（昭和28）年08月	116	毎木調査
1958（昭和33）年11月	121	毎木調査と択伐
1969（昭和44）年11月	132	毎木調査
1979（昭和54）年11月	142	毎木調査と択伐
1989（平成01）年11月	152	毎木調査
1994（平成06）年10月	157	毎木調査
2000（平成12）年09月	163	台風26号による被害
2004（平成16）年09月	167	毎木調査
2010（平成22）年12月	173	毎木調査
2011（平成23）年09月	174	毎木調査
2015（平成27）年09月	178	試験区再設定と毎木調査

試験地は近畿中国森林管理局岡山森林管理署上斎原森林事務所管内、上斎原国有林39林班ろ小班に所在し、ヒノキと広葉樹が混交したスギ天然複層林である。

試験地総面積は1.62ha、うち調査区面積は無施業区で0.59ha、択伐施業区で1.03haであった。しかし、平成16年10月に大型の台風26号によって大きな被害を受けた。そこで、今回の調査では調査区を縮小し、被害が比較的小さい範囲に限定して毎木調査を行った。その結果、調査区の面積は無施業区0.28ha、択伐区0.35haとなった。

調査方法は以下の通りである。胸高直径7.0cm以上の立木のみを対象として、胸高直径を直径巻尺にて0.1cm単位で、樹高および枝下高はVertex IIIおよびIVにて0.1m単位で測定した。また、各立木について寺崎式樹型級区分を樹高測定位置および根元からの目視により判定した。胸高直径の測定下限を7.0cmとしたのは、収穫試験施行要綱（8山第5214号山林局長通牒（昭和9年10月12日））に従ったためである。

### 2. 調査結果と考察

調査結果を表2に示す。立木がまとまって残っている箇所を選んで試験区を縮小したため、従来の測定値と比較検討することは難しい。そのため、ここでは今年度の調査結果を示すに留める。

各試験区の平均胸高直径は、いずれの樹種グループにおいても無施業区の方が約10～15cmほど大きい。特に、無施業区のスギの最大直径は120cmを超える。標準偏差は無施業区でやや大きい。

平均樹高について見ると、いずれの樹種グループにおいても無施業区の方が約 4~7m ほど高い。ただし、最大値については、大差は無い。また、標準偏差は胸高直径同様、無施業区でやや大きい。

本数密度はスギでは同等だが、ヒノキ、広葉樹では択伐区の方が無施業区の 2 倍近い。

これらのことから、無施業区では択伐が行われなかったために大径木が優占し、高い胸高断面積合計および幹材積合計を示したと考えられる。一方、択伐区では大きな個体が択伐されたり台風被害を受けたりしたため、大径木の優先度合いが低くなり、ギャップ更新がなされたため、本数密度は高いものの胸高断面積合計および幹材積合計は小さい値を示していると考えられる。

表 2 無間伐区と択伐区の林分統計量の比較

試験区	試験区内 立木本数	本数密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)				樹高 (m)				胸高 断面積 合計 (m <sup>2</sup> /ha)	幹材積 合計 (m <sup>3</sup> /ha)	
			平均	標準 偏差	最小	最大	平均	標準 偏差	最小	最大			
無施業区 <sup>(1)</sup>													
スギ	55	196	48.1	24.4	11.0	122.2	24.9	10.2	2.6	38.8	44.6	537.1	
ヒノキ	15	54	40.6	19.7	7.9	64.9	21.6	10.1	4.5	31.1	8.5	107.6	
広葉樹	28	100	28.3	14.7	7.8	59.9	15.8	6.7	4.8	27.0	7.9	64.7	
すべて	98	350	41.3	22.8	7.8	122.2	21.8	10.0	2.6	38.8	61.0	709.4	
択伐区 <sup>(2)</sup>													
スギ	77	220	31.6	20.4	7.2	79.8	17.3	9.0	3.9	39.0	24.3	257.8	
ヒノキ	44	126	26.7	18.1	7.1	71.5	13.8	8.0	5.3	30.1	10.2	106.2	
広葉樹	70	200	15.7	10.9	7.1	49.7	10.2	5.0	4.3	26.7	5.7	39.3	
すべて	191	546	24.6	18.3	7.1	79.8	13.9	8.1	3.9	39.0	40.2	403.3	

(1) 無施業区 (0.28ha)

(2) 択伐区 (0.35ha)

## 白見スギ人工林収穫試験地（和歌山県新宮市）定期調査報告

－無間伐区の設定について－

田中邦宏・齋藤和彦・田中真哉（森林資源管理研究グループ）  
近口貞介・植山真司（連絡調整室）

### 1. 試験地の概要

白見スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験地は、温暖多雨な地域におけるスギ一斉人工林の間伐量および成長量を調査する目的で、1962（昭和37）年2月に設定された。設定時の林齢は10年生で、2015（平成27）年における林齢は63年生である。海拔高約600m、平均傾斜約20度の西南西向き斜面に位置する。調査と施業の来歴を表1に示す。

試験地は近畿中国森林管理局和歌山森林管理署新宮森林事務所管内、白見国有林105林班は小班に所在する。林相はスギ一斉人工林、試験区面積は0.20ha、バッファゾーンは1.04haである。今回、従来の試験地に隣接して、今後間伐を行わない新たな試験区を増設した。

### 2. 無間伐区設定

これまで、105林班は小班を含む一帯は45年生時まで間伐が行われてきた。今後間伐と成長の関係を評価する目的で、2014（平成26）年度に間伐区と同等の林相を呈する隣接林分に無間伐区を設定した（105林班ろ2小班）。一方、間伐区では保育間伐を実施した。今後は無間伐区と間伐区における壮齢～高齢林の林分成長過程を比較する。なお、無間伐区面積は0.09ha、バッファゾーンの面積は0.67haである。無間伐区においては2014（平成26）年度（62年生時）に、胸高直径5.0cm以上の立木を対象に胸高直径を直径巻尺で、2015（平成27）年度（63年生時）に樹高と枝下高をVertex IIIおよびIVで測定した。また、寺崎式樹型級区分を樹高測定位置および根元から目視により判定した。

### 3. 調査結果と考察

間伐区と無間伐区における調査結果を表2に示す。なお、無間伐区では広葉樹の混交も見られ、本数割合では広葉樹が約2割を占めていた。しかし、高木と呼べるのは広葉樹18本のうち1本に過ぎず、後は胸高直径が約10cm以下、樹高が約10m以下、全幹材積合計に占める割合は1%に満たなかった。一方、間伐区では測定対象となる広葉樹は見られなかった。そこで、表2の無間伐区についてはスギだけを対象に集計を行った。

無間伐区と間伐区（間伐前）のスギのみを対象に、両試験区の間で胸高直径および樹高の平均値の差の検定を行った（ウェルチのt検定、 $\alpha=0.05$ ）。その結果、平均胸高直径には有意差がなかったが、平均樹高は無間伐区の方が有意に低かった。つまり、無間伐区は間伐区に比べてやや地位が低い箇所に設置したことになる。したがって、今後の両試験区の調査結果の解析、比較の際には地位が若干異なる試験区の比較となることに留意する必要がある。

表1 施業と調査の来歴

年月	林齢（年）	施業と調査
（前生林：スギ、モミ、ツガその他広葉樹の天然生林）		
1948（昭和23）年02月	0	新植（3,000本/ha）
1949（昭和24）年02月	1	補植（新植の10%）
1948（昭和23）年07月	0	下刈り
～1951（昭和26）年07月	4	〃
1951（昭和26）年12月	4	除伐
1955（昭和30）年08月	8	つる切り
1956（昭和31）年08月	9	〃
1958（昭和33）年01月	10	毎木調査
1963（昭和38）年01月	15	毎木調査と間伐
1968（昭和43）年02月	20	毎木調査と間伐
1972（昭和47）年08月	25	毎木調査と間伐
1977（昭和52）年08月	30	毎木調査
1982（昭和57）年10月	35	毎木調査と間伐
1987（昭和62）年10月	40	毎木調査
1992（平成04）年10月	45	毎木調査と間伐
1997（平成09）年10月	50	毎木調査
2003（平成15）年02月	55	毎木調査
2010（平成22）年07月	58	毎木調査
2014（平成26）年10月	62	毎木調査と間伐
2015（平成27）年11月	63	毎木調査

※1～4月の調査では、期末を前年として計算している。

表 2 無間伐区と間伐区の林分統計量の比較

試験区	試験区内 立木本数	本数密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)				樹高 (m)				胸高 断面積 合計 (m <sup>2</sup> /ha)	幹材積 合計 (m <sup>3</sup> /ha)
			平均	標準 偏差	最小	最大	平均	標準 偏差	最小	最大		
無間伐区 <sup>(1)</sup>	76	834	38.3	12.0	11.0	71.5	26.7	3.9	10.0	34.1	105.2	1237.8
間伐区 <sup>(2)</sup>												
間伐前	147	735	40.6	9.5	22.8	79.0	30.1	3.1	18.4	37.2	100.2	1293.7
間伐木	55	275	33.8	6.8	22.8	46.9	28.1	3.1	18.4	33.8	25.7	319.7
間伐後	92	460	44.6	8.6	25.7	79.0	31.3	2.5	24.4	37.2	74.5	974.0

\* 無間伐区 (0.09ha) : 62 年生時 (2014 年 8 月に胸高直径を、2015 年 10 月に樹高を測定)

\*\* 間伐区 (0.20ha) : 61 年生時

今回行った間伐の本数間伐率は 37%、材積間伐率は 25% であった。平均直径比 (間伐木の平均胸高直径 / 間伐前の平均胸高直径) は 0.83 と、劣勢木を間伐する保育間伐となっていたことがわかる。

無間伐区では平均樹高が低いものの、本数密度が高いため、幹材積合計は間伐区 (間伐前) とほぼ同等の値となっていた。