

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

国土の七割近くを占める森林域における水流出特性の理解を深めることは、治水・水利上の重要課題である。このため瀬戸内海式気候の岡山平野北東に位置する竜ノ口山森林理水試験地（竜ノ口山）では、温暖寡雨気候下の森林の水資源涵養機能解明を目的として、降水量と流域流出水量（流出水量）の観測を1937年から継続している。2020年の気象を概観すれば、大型台風の上陸はなかったが、7月に梅雨前線が九州から東日本に伸びてほとんど停滞したため、全国的には7月上旬の全国アメダス地点の降水量の総和及び50mm以上の時間雨量発生回数は1982年以降最多を記録し、球磨川・最上川などの一級河川で氾濫が相次いだ（気象庁、2021）。一方、岡山県南でも梅雨前線によるまとまった雨量を観測したが、2月以降高気圧に覆われて晴れる日が多く、日照時間は多くの月で平年を上回り、月平均気温は4・7月を除いて平年並以上で推移した（岡山地方気象台、2021）。社会的には年頭以来、新型コロナウイルス感染症（WHO, 2021）が国内でも蔓延し、緊急事態が繰り返し宣言される中、ここ数年続いている大規模気象災害を警戒する緊張の続く一年であった。

2. 試験地の概要と方法

竜ノ口山は、北谷（17.3 ha）と南谷（22.6 ha）の二流域で構成される（34° 42′ N, 133° 58′ E, 36 ~ 257m）。基岩の大部分は古生層であり、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。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、ヒノキ主体の人工林やササ等が繁茂する草敷地や疎林が部分的に広がる。降水量は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観測し、貯留型雨量計の値で適宜補正した。流出水量は両谷ともに60° Vノッチ式量水堰堤の越流水深をフロート式自記水位計で観測し、流量換算後に流域面積で除して水高値とした（細田ら、2019）。

3. 結果と考察

2020年の竜ノ口山における降水量・流出水量の月積算値を図1に示す。大きな降雨イベントとしては、寒気の影響を強く受けた4月に177mm、梅雨入り後の6・7月にそれぞれ199・330mmの雨量を記録したものの、1時間雨量は梅雨明け直前の7月30日に記録した33mmが最大であった。月降水量は平年値と比べ、4・6・7月にそれぞれ77・27・164mm上回り、5・8・9・12月にそれぞれ62・88・41・15mm下回った。流出水量は、2019年11月の降水量が平年を46mm下回る9mmだった影響により低水傾向で始まり、12 ~ 4月の平年並み以上の降水で4月には両谷とも平年を超えた。植物活動が活発になる5月の寡雨で一旦平年を大きく下回るが、6・7月の降水で流出水量は平年並み以上に戻った。8月は1mm以上の降雨イベントがわずかに1回のみで月降水量は7mmに止まり、その後も10月を除いて降水量が平年を下回り、当年後半の流出水量は平年を大きく下回って経過した。年流出率は平年と比べ、北谷は13%多く、南谷は12%少なかった。北谷は支流の短い舟窪状であるとともに、右岸火成岩斜面の土壌が薄いため降雨流出が集中的に発生しやすい一方、南谷は厚い風化基岩に支流が深く発達し、降雨流出における初期損失が大きい傾向がある（細田・谷、2016）。こうした地形・地質的な流出特性の違いを主要因として、降水量が平年を少し上回る程度で、年の後半が寡雨傾向だった2020年は、北谷のみに平年を超える流出率増加がもたらされたと考えられる。

引用文献

細田ら（2019）森林総合研究所研究報告, 18（1）, 111-128.

細田・谷（2016）地形, 34（4）, 465-492.

気象庁（2021）“各種データ・資料”. 気象庁, <<https://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>>, (参照 2021-07-02).

岡山地方気象台（2021）岡山県の気象年報2020年（令和2年）. 28pp.

WHO（2021）“Coronavirus disease (COVID-19) pandemic”. WHO, <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>> (accessed 2021-07-02)

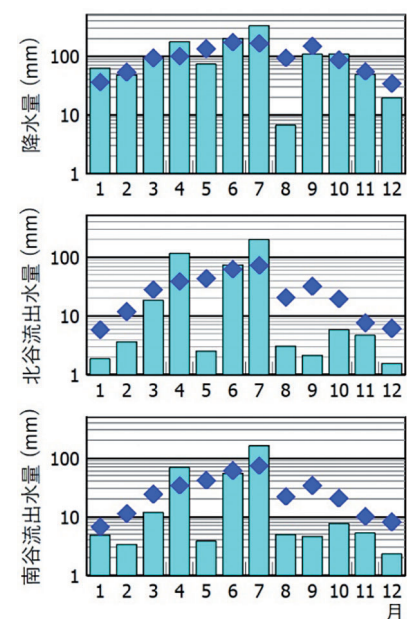


図1 2020年の月積算値.
◆: 平年値 (1981-2010年)

基盤事業：森林流域の水質モニタリング

岡本 透（森林環境研究グループ長）

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。そこで本報告では、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、その化学特性の変化を明らかにすることを目的とした。

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° 50′ 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、ナラ枯れが進行し、倒木が増加している。試験地には、森林の内外における大気フラックスを測定するための観測タワーも設置されている。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1～2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 μm 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. 2019年の観測結果

山城水文試験地の2019年の年降水量は1,543mmで例年よりやや少なかった。月ごとの降水量は、前線や台風の影響を受けた8月中旬から下旬、10月中旬から下旬は多かったが、総じて例年よりやや少なかった。日本への台風の上陸数は5個と例年より多かったが、京都に強く影響する経路をとったのは8月15日に西日本を通過した台風第10号であった。林外雨のpHは、4.03～5.14の範囲内で変動していた（図1）。2019年のpHの加重平均値は4.60であった。ECは0.47～12.22 mS m⁻¹の範囲内で変動し、加重平均値は2.14 mS m⁻¹であった。期間内の総降水量が10mmを下回る試料において溶存成分濃度が高く、濃縮の影響が考えられる（図2）。また、期間内に黄砂が観測された4月上旬に採取した試料はCa²⁺濃度が高かったが、SO₄²⁻とNO₃⁻の濃度も高かったため、pHは4.48と比較的低い値を示した。

一方、渓流水については、pHとECの平均値と範囲はそれぞれ7.01（6.76～7.27）と6.49（4.26～7.20）mS m⁻¹であった。陽イオンでは、Na⁺とCa²⁺の濃度が比較的高く、平均値はそれぞれ8.33（4.29～9.94）、2.50（2.18～3.06）mg L⁻¹であった。陰イオンでは、SO₄²⁻濃度が最も高く、平均値は7.17（4.32～8.62）mg L⁻¹であった。Cl⁻とNO₃⁻の濃度も比較的高く、平均値はそれぞれ4.72（3.58～5.73）、5.20（3.58～8.94）mg L⁻¹であった。

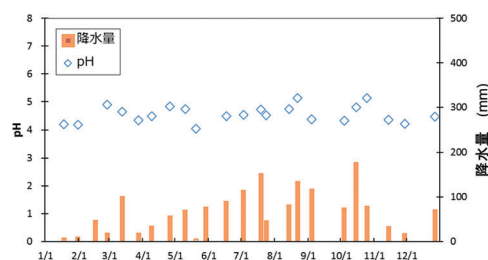


図1 林外雨のpHと降水量（2019年1月～2019年12月）

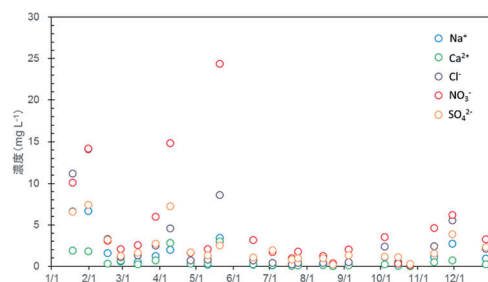


図2 林外雨の溶存成分濃度（2019年1月～12月）

白見スギ人工林収獲試験地（和歌山県新宮市）定期調査報告

－比較的温暖多雨な地域における高齢級スギ人工林の成長量について－

田中邦宏・齋藤和彦・平野悠一郎・田中真哉（森林資源管理研究グループ）

1. 試験地の概要と調査方法

白見スギ人工林皆伐用材林作業収獲試験地は、近畿中国森林管理局和歌山森林管理署管内、和歌山県新宮市高田町白見国有林 105 林班ほ小班に所在する。北緯 33° 45′ 46″、東経 135° 53′ 52″ に位置し、海拔高は 280 ～ 360m、平均斜面傾斜角は約 40 度の西向き斜面で、土壌型は褐色森林土（B_D）である。調査標準地は間伐区、無間伐区からなり、面積はそれぞれ 0.20ha、0.09ha である。比較的温暖多雨な地域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間伐区を 1962 年 2 月に、無間伐区を 2014 年 8 月に設定した。ただし無間伐区は間伐区と同年に 3,000 本/ha の密度で植栽し、その後同様に 45 年生時まで 5 回の間伐を行ってきた（表 1）。そして 69 年生時において間伐区（間伐前）と同様の林相を呈していると思われる林分内に、「45 年生時以降は無間伐で推移を観察する試験区（表 1）」として無間伐区を設定し（田中ら 2016）調査を開始した（表 1）（したがって植栽当初からの無間伐林では無い）。なお、前記報告（田中ら 2016）の「表 1 施業と調査の来歴」に誤りがあった。本報告の表 1 の通りに訂正してお詫び申し上げる。

設定時の林齢は 10 年生で（植栽年を 0 年生として計算している）、今回調査時点では 69 年生の高齢林分である。試験地の施業と調査の来歴を表 1 に示す。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。2020 年 11 月に第 12 回定期調査を行った。調査内容は胸高直径、樹高、枝下高、寺崎式樹型級区分の毎木調査である。胸高直径は直径巻尺で 0.1 cm 単位、樹高および枝下高は超音波樹高測定器（Vertex III または IV, Haglof 社, スウェーデン）により、0.1m 単位で測定した。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。

表 1 施業と調査の来歴

年月	林齢(年)	調査回	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)
1952(昭和27)年03月	0		新植 (3,000本/ha)
1953(昭和28)年03月	1		補植(新植の10%)
1952(昭和27)年08月	1～3		下刈り
～1955(昭和30)年まで毎年1回			
1956(昭和31)年01月	4		除伐
1959(昭和34)年09月	8		つる切り
1960(昭和35)年09月	9		〃
1962(昭和37)年02月	10	1	試験地設定と毎木調査
1967(昭和42)年02月	15	2	毎木調査と間伐
1972(昭和47)年03月	20	3	毎木調査と間伐
1976(昭和51)年09月	25	4	毎木調査と間伐
1981(昭和56)年09月	30	5	毎木調査
1986(昭和61)年11月	35	6	毎木調査と間伐
1991(平成03)年11月	40	7	毎木調査
1996(平成08)年11月	45	8	毎木調査と間伐
2001(平成13)年11月	50	9	毎木調査
2007(平成19)年02月	55	10	毎木調査
2013(平成25)年11月	62	11	無間伐区設定と毎木調査および間伐
2014(平成26)年08月	(63)		(無間伐区樹高調査)
2020(令和02)年11月	69	12	毎木調査

※植栽年を0年生として計算している。

※1～3月調査については成長期前のため、前年秋の調査と見なして林齢を算出している。

2. 調査結果と考察

今回の定期調査にいたるまでの林分成長経過を表2(間伐区)、表3(無間伐区)に示す。紀州地方スギ林林分収穫表(林野庁1953、以下、収穫表)と比較すると、間伐区では平均樹高は収穫表の地位1等に相当しているが、無間伐区では地位1等と2等の中間程度の値となった。地位が異なる場合、例えば平均胸高直径の違いが施業の影響なのか密度の影響なのか、あるいは地位の影響なのかを直接比較することができない。したがって例えば収穫表の値を参考に数値を相対化したり、密度管理図(安藤1982)による収量比数を用いるなどの工夫が必要である。

平均胸高直径は、前回調査時の間伐実施前には両試験区とも約40cm前後で、両者の間に1割未満の差しか無かったが、今回の調査ではその差が2割程度まで広がった。間伐区では下層間伐であったために相対的に胸高直径の大きい個体が残ったことと、間伐による成長促進効果とがあいまって差が広がったと考えられる。総成長量は間伐区で1,840 m³/ha、相対的に地位の低い無間伐区でも1,400 m³/haと収穫表の地位1等の値を上回った。

なお、間伐区の残存木には伐倒木の衝突による損傷を受けたもの(写真1)や、衝突した伐倒木が残存木を圧迫したままの状態となり、残存木の正常な成長を阻害したと考えられるもの(写真2)が相当数見受けられた。大きな要因の1つとして伐倒方法が谷側への伐倒(下方伐倒)であったため、伐倒木が倒れる際の速度が大きくなり、残存木に衝突した際の衝撃が大きくなったことが考えられる。また、伐り捨て間伐であったことにより、伐倒木が残存木を圧迫したままの状態となったと思われる。さらには、高齢級であったため間伐木の胸高直径は平均34cm、最大では47cmと比較的大きかったことも、残存木の損傷をより大きくしてしまった一因と考えられる。伐倒作業の容易さから下方伐倒が選択された可能性が考えられるが、今回のように残存木が大きく損傷を受けてしまうことは、長期にわたる成長試験を行う収穫試験地においては避けるべき事態であった。また、最終的には材価の低下にもつながることから、今後、本試験地にかかわらず収穫試験地の取り扱いについては一層の注意を払わなくてはならないと考えている。

引用文献

安藤貴(1968) 同齢単純林の密度管理に関する生態学的研究. 林試研報 210:1-153 林野庁(1953) 収穫表調整業務研究資料第7号 紀州地方スギ林林分収穫表調製説明書.

田中邦宏・齋藤和彦・田中真哉・近口貞介・植山真司(2015) 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－. 平成28年版 森林総合研究所関西支所年報, 39-40.

表2 間伐区における林分統計量の推移

林齢 (年)	時点	平均 胸高直径 (cm)	平均 樹高 (m)	本数 密度 (本/ha)	断面積 合計 (m ² /ha)	幹材積 合計 (m ³ /ha)	累積間伐材 積 (m ³ /ha)	累積枯死 材積 (m ³ /ha)	定期平均 成長率 (%/年)	総成長量 (m ³ /ha)	総平均 成長量 (m ³ /ha/年)
10	1) 間伐前	8.5	6.5	3320	21.07	81.1					
10	2) 間伐後	8.5	6.5	3320	21.07	81.1	0.0	0.0		81.1	8.1
15	1) 間伐前	11.8	9.4	3320	40.37	215.4					
15	2) 間伐後	13.8	10.3	2105	33.20	181.8	33.3	0.3	18.1	215.1	14.3
20	1) 間伐前	16.5	13.0	2105	48.12	322.1					
20	2) 間伐後	17.8	13.6	1635	42.40	287.3	68.1	0.3	11.1	355.5	17.8
25	1) 間伐前	20.5	15.9	1635	56.88	441.8					
25	2) 間伐後	22.1	16.5	1185	46.82	367.9	142.0	0.4	8.5	509.9	20.4
30	1) 間伐前	24.8	19.0	1185	59.43	527.9					
30	2) 間伐後	24.8	19.0	1180	59.35	527.3	142.0	1.0	7.1	669.4	22.3
35	1) 間伐前	27.0	22.3	1180	70.47	722.0					
35	2) 間伐後	27.8	22.6	1080	67.80	697.9	165.5	1.6	6.2	863.4	24.7
40	1) 間伐前	30.1	23.8	1080	79.88	857.0					
40	2) 間伐後	30.1	23.8	1080	79.88	857.0	165.5	1.6	4.1	1022.5	25.6
45	1) 間伐前	31.8	25.6	1080	90.10	1030.5					
45	2) 間伐後	34.0	26.4	750	70.55	816.0	375.0	6.6	3.6	1191.0	26.5
50	1) 間伐前	35.5	27.7	750	77.57	938.3					
50	2) 間伐後	35.5	27.7	750	77.57	938.3	375.0	6.6	2.8	1313.3	26.3
55	1) 間伐前	37.4	27.9	750	86.50	1046.1					
55	2) 間伐後	37.4	27.9	750	86.50	1046.1	375.0	6.6	2.2	1421.1	25.8
62	1) 間伐前	40.3	30.0	750	101.17	1304.9					
62	2) 間伐後	44.5	31.2	470	75.71	987.9	688.5	10.1	3.1	1676.4	27.0
69	1) 間伐前	47.4	32.3	470	86.46	1155.0					
69	2) 間伐後	47.7	32.4	465	86.19	1151.9	688.5	13.3	2.2	1840.4	26.7

表 3 無間伐区における林分統計量の推移

林齢 (年)	時点	平均 胸高直径 (cm)	平均 樹高 (m)	本数 密度 (本/ha)	断面積 合計 (m^2/ha)	幹材積 合計 (m^3/ha)	累積間伐材 積 (m^3/ha)	累積枯死 材積 (m^3/ha)	定期平均 成長率 (%/年)	総成長量 (m^3/ha)	総平均 成長量 ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$)
62	1) 間伐前	37.0	26.0	900	107.61	1259.2					
62	2) 間伐後	37.9	26.5	845	105.40	1238.6	0.0	20.6		1238.6	20.0
69	1) 間伐前	39.4	27.6	845	114.69	1406.3					
69	2) 間伐後	39.8	27.8	823	113.85	1398.3	0.0	28.6	1.7	1398.3	20.3



写真 1 伐倒木の衝突により損傷を受けた残存木



写真 2 伐倒木に圧迫された残存木

