

IV 研 究 資 料

基盤研究 1 ウ k1：森林における降水と溪流水質のモニタリング

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量の実環境負荷物質が、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、森林から流出する溪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溪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

林外雨と溪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 1.6 ha、標高は 180 ～ 255 m 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広葉樹林であるが、ナラ枯れによる倒木が生じている。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が設置されている。林外雨は観測タワー上部に設置した直径 21 cm のポリロートで受け、10 L ポリタンクに貯留し採取した。溪流水は、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。林外雨と溪流水の採取は月 1 ～ 2 回程度の頻度で行った。採取した林外雨、溪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。炭酸水素イオン濃度は中和適定法、溶存有機炭素濃度は乾式燃焼法を用いて測定した。

3. 2023 年の観測結果

2023 年の年降水量は、山城水文試験地では 2022 年ほどではないが 1434.1 mm と例年よりも少なく（図 1）、アメダス京田辺では 2014 年以降では最も年降水量が少なかった（図 1）。林外雨の pH は 4.15 ～ 4.99、EC は 0.69 ～ 7.07 mS m^{-1} の範囲で変動していた。pH と EC の加重平均値は 4.70、1.96 mS m^{-1} であった。降水量の少ない試料は EC が高い傾向が認められた（図 2）。2023 年は夏期から秋期にかけて降水量が平年より少なかったため、その傾向が冬期、春期に加え秋期においても顕著であった（図 2）。一方、溪流水については、pH と EC の平均値と範囲はそれぞれ 7.07（6.84 ～ 7.28）と 6.43（4.66 ～ 7.21） mS m^{-1} であり、年降水量が少なく、流量が少なかったことを反映して例年よりもやや高い値を示した。溪流水の pH と EC は、流量の多い時に低い値を示した。このことは、pH と溶存成分濃度が低い降水等の混入により、溪流水の pH と EC が低下したことを示唆している。

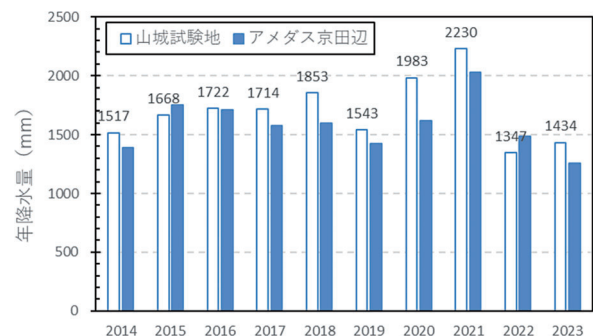


図 1 山城水文試験地とアメダス京田辺における 2014 ～ 2023 年の年降水量

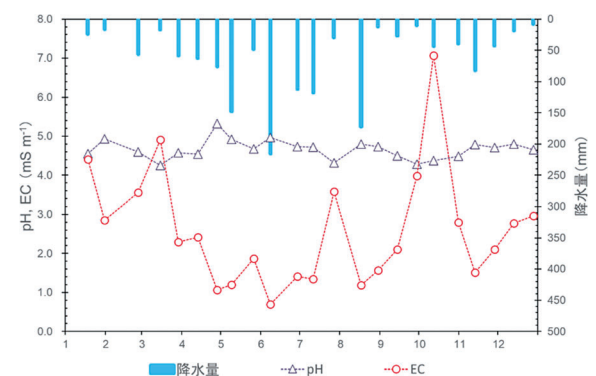


図 2 山城試験地における 2023 年の降水量、pH、EC の変化

基盤研究1ウ k2：森林水文モニタリング

—竜ノ口山森林理水試験地における2024年の概要—

細田育広（森林水循環担当チーム長）

1. はじめに

竜ノ口山森林理水試験地（以降、竜ノ口山）は、水源山地を覆う森林の水源涵養機能の解明を目的として昭和初期に開設された試験流域のひとつである（細田・阿部，2012）。現在はこの観測を関西支所が引継ぎ、温暖寡雨な瀬戸内海式気候下の古生層を基岩とする山地小流域において、1980年頃の大規模なマツ枯れ後のコナラ優勢な混交林の蓄積とともに水流出が変化していく過程の実測値を積み上げている。2024年は、7月下旬に秋田・山形県境付近に梅雨前線が停滞し、台風3号の影響もあり集中豪雨をもたらした（気象庁，2024c）。このとき、竜ノ口山と同時期に観測を開始した釜淵森林理水試験地も大量の土砂流出により被災した。また9月下旬には、元旦夕方に発生したM7.6を含む地震（気象庁，2024a）で被災した能登半島北部に、前線が停滞し台風14号に刺激されて大雨がもたらされた（気象庁，2024e）。地震に関しては8月8日の日向灘で発生した地震に基づき15日まで南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）が発表されている（気象庁，2024b）。また、日本と世界各地で平均気温1位の2023年を上回り、2024年は史上最も暑い年となった（気象庁，2024f）。

2. 試験地の概要と観測の方法

竜ノ口山（34° 42′ N, 133° 58′ E, 36 ~ 257 m）は瀬戸内海式気候の岡山平野北東に位置し、北谷（17.3 ha）と南谷（22.6 ha）の2流域で構成される。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。基岩による表層土壌の厚さに大きな差は無いと思われるが、古生層では厚い風化帯が発達しており流出経路として機能しているため、火成岩部分は相対的に土壌が薄いと考えられる。近年の竜ノ口山は樹高10 ~ 15 m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薮地や疎林が部分的に広がる。降水量は山麓の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ノッチ式量水堰堤で観測した越流水深を流量換算後時間積分し、流域面積で除して水高値とした（細田，2023）。

3. 2024年の観測結果

ここでは月単位の概要について述べる（図1）。降水量は平年を上回る月が多く、2・3月の月降水量は88年間で順に3番目、2番目に多い記録となった。4・5・10・11月の月降水量も6 ~ 12番目に多い記録であった。一方、1・7・12月に15 ~ 45 mm、9月に150 mm 近く平年を下回った。9・12月の月降水量は88年間で2番目に少ない。8月末には台風10号が九州北部から四国を斜めに横断して紀伊半島沖に移動し、九州から湘南の太平洋岸に大雨をもたらした（気象庁，2024d）。しかしこのときの竜ノ口山の降水量は、5日間で73 mmにとどまった。2024年の最大日降水量は、四国南岸に沿って西進し、台風1号に刺激された低気圧による5月28日の129 mmであった。なお、2024年は前年春から続くエルニーニョ現象が6月に終息し、以降ラニーニャ現象の手前で推移した（気象庁，2025）。かつてラニーニャ現象の年は、竜ノ口山で寡雨傾向と述べたが（細田，2024）、逆に、強いエルニーニョ現象のとき、および振動の中間に戻るとき年降水量は多くなる傾向がある。当年の観測結果はその傾向に整合する。

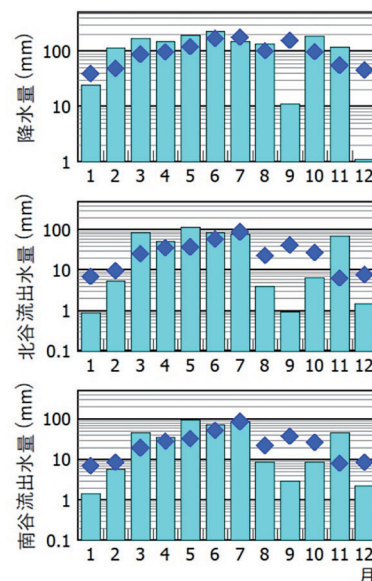


図1 2024年の月積算値
◆：平年値（1991～2020年平均値）

流出水量は、前年後半の渇水傾向を引き摺った上に1月が寡雨だったため、年頭の2か月は平年を下回った。その後は2月以降の降水で流域が潤い、5月には北谷で80 mm 近く、南谷で60 mm 以上平年を上回った。しかし7月の寡雨以降は最大40 mm 程度平年を下回るようになり、多雨だった11月を除いて渇水傾向となった。欠測があった年を除く85～88年間で1・9・12月の月流出水量は、北谷で1番目・2番目・5番目、南谷で2番目・5番目・5番目に少ない。一方、3・5・11月の月流出水量は、北谷で2番目・8番目・1番目、南谷で14番目・10番目・2番目に多かった。主として地質的背景から降水の変動に対する応答が北谷では南谷に比べて敏感な特性があり（細田, 2023）、北谷に比べて南谷の月流出水量の方が月降水量に対する反応が緩やかである。こうした流域元来の流出特性を理解した上で、森林の水源涵養機能を議論することが肝要である。

引用文献

- 細田（2023）竜ノ口山森林理水試験地観測報告（2011年1月～2015年12月）. 森林総合研究所研究報告, 22（2）, 89–107.
- 細田（2024）基盤研究1ウ k2：森林水文モニタリングー竜ノ口山森林理水試験地における2022年の概要ー. 森林総合研究所関西支所年報, 64, 48–49.
- 細田・阿部（2012）森林総合研究所関西支所 竜ノ口山森林理水試験地. 砂防学会誌, 65（2）, 56–60.
- 気象庁（2024a）「令和6年能登半島地震」について（第20報）. 報道発表, 令和6年2月29日, 10pp.
- 気象庁（2024b）令和6年8月8日16時43分頃の日向灘の地震について（第8報）および南海トラフ地震関連解説情報（第7号）について. 報道発表, 令和6年8月15日, 23pp.
- 気象庁（2024c）梅雨前線と低気圧による大雨. 災害をもたらした気象事例, 令和6年9月3日, 19pp.
- 気象庁（2024d）令和6年台風10号による大雨、暴風及び突風. 災害をもたらした気象事例, 令和6年10月8日, 46pp.
- 気象庁（2024e）低気圧と前線による大雨. 災害をもたらした気象事例, 令和6年10月29日, 19pp.
- 気象庁（2024f）2024年（令和6年）の天候のまとめ（速報）. 報道発表, 令和6年12月25日, 2pp.
- 気象庁（2025）2024年12月の実況と2025年1月～7月の見通し. エルニーニョ監視速報, 388, 7pp.

基盤研究 2 ア k1：収穫試験地における森林成長データの収集

111 年生高野山スギ収穫試験地及び 111 年生高野山スギ収穫試験地における定期調査経過

田中邦宏・八巻一成・早船真智（森林資源管理研究グループ）・鷹尾元（関西支所長）

1. はじめに

高野山スギ収穫試験地および高野山ヒノキ収穫試験地は、近畿中国森林管理局和歌山森林管理署高野森林事務所管内、和歌山県伊都郡高野山国有林 31 林班ろ小班に設置されている。スギ人工林およびヒノキ人工林の成長量及び収穫に関して調査することを目的として 1935 年 10 月から試験・調査が継続されている。両試験地で 2024 年に実施した 111 年生時点での調査結果を報告する。

2. 試験地の概要と観測の方法

両試験地は、標高 840 ～ 860 m、傾斜角 35 度、北東向きの沢筋から中腹にかけての平衡斜面に所在する。同一斜面の上部に高野山スギ試験地、下部に高野山ヒノキ収穫試験地が設定されている。地質は古生層、土壌型は BD である。調査区の面積は、高野山スギ試験地で 0.248 ha、高野山ヒノキ収穫試験地で 0.172 ha である。

両試験地は、林齢 50 年生を超えているため、収穫試験施行要綱に基づき 10 年間隔の調査となっている。そこで、調査計画に従い 2024 年 10 月に第 12 回定期調査を実施した。今回の調査までの試験・調査経過と施業履歴は、両試験地で共通している（表－1）。

両試験地での調査項目は、胸高直径・樹高・枝下高・幹級区分である。胸高直径の測定には直径巻尺を使用した。樹高測定には超音波樹高測定器 Vertex III 及びⅣを用いた。幹級区分は寺崎式樹型区分で目視により行った。

表－1 試験・調査経過と施業履歴

1914 年 3 月	新植（4,500 本 /ha）	1960 年 12 月	第 6 回調査と間伐（47 年生）
1915 年 3 月	補植（新植の 10%）	1965 年 11 月	第 7 回調査と間伐（52 年生）
1915 ～ 17 年	下刈（計 4 回）	1970 年 11 月	第 8 回調査（57 年生）
1921、1927、1930 年	除伐（計 3 回）	1975 年 11 月	第 9 回調査と間伐（62 年生）
1931 年	つる切り	1985 年 11 月	第 10 回調査と間伐（72 年生）
1935 年 10 月	第 1 回調査と間伐（22 年生）	1995 年 10 月	第 11 回調査（82 年生）
1941 年 8 月	第 2 回調査と間伐（28 年生）	2005 年 11 月	第 12 回調査（92 年生）
1947 年 3 月	第 3 回調査（33 年生）	2014 年 9 月	第 13 回調査（101 年生）
1950 年 8 月	第 4 回調査と間伐（37 年生）	2024 年 10 月	第 14 回調査（111 年生）
1955 年 9 月	第 5 回調査と間伐（42 年生）		

3. 2024 年の観測結果

現存量の推移を表－2a 及び b に、成長量の推移を表－3a 及び b に示す。

表 2a 高野山スギ収穫試験地における現存量の推移

林齢 (年)	胸高直径(cm)				樹高(m)				ヘクタールあたり		
	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	本数密度 (本/ha)	断面積 合計	幹材積 合計
22	14.4	3.6	8.2	28.5	11.8	2.5	6.6	18.7	1581	27.41	176.6
28	18.1	4.0	9.7	33.0	14.7	2.7	8.2	22.0	1401	37.64	283.0
33	19.4	4.2	9.8	35.7	16.1	2.4	9.2	23.2	1401	43.48	351.2
37	21.8	4.5	12.8	38.4	17.8	2.2	11.4	24.1	1291	50.36	436.0
42	24.1	4.9	13.3	41.0	19.4	2.2	13.5	25.5	1070	50.82	469.2
47	25.7	5.2	13.7	43.6	20.2	2.9	12.9	28.2	1070	57.97	550.5
52	27.6	5.6	14.1	45.7	21.8	3.0	14.0	29.1	988	61.42	621.0
57	28.7	5.9	14.1	47.3	22.7	3.0	13.5	30.8	971	65.37	681.0
62	32.1	5.4	22.3	49.8	24.0	2.5	14.0	31.3	762	63.31	677.6
72	35.0	6.2	23.5	52.5	25.3	2.3	20.0	32.4	640	63.29	700.8
82	37.2	6.9	24.4	55.5	25.9	2.7	20.0	32.8	640	72.00	806.7
92	43.4	7.8	29.2	69.0	27.2	2.9	21.7	34.3	628	95.97	1087.1
101	44.3	11.6	26.2	72.5	29.3	3.3	21.4	36.7	628	103.44	1254.4
111	45.8	10.4	26.4	72.5	29.3	3.4	21.4	36.7	628	108.64	1331.4

表 2b 高野山ヒノキ収穫試験地における現存量の推移

林齢 (年)	胸高直径(cm)				樹高(m)				ヘクタールあたり		
	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	本数密度 (本/ha)	断面積 合計	幹材積 合計
22	10.7	1.7	6.5	15.5	8.0	1.3	4.3	11.4	2444	22.43	99.4
28	12.9	2.0	7.8	18.4	9.4	1.4	6.2	13.8	2181	29.40	147.5
33	14.1	2.2	8.5	20.5	10.8	1.4	6.3	13.9	2181	34.85	201.1
37	15.7	2.4	9.5	22.8	11.9	1.4	8.1	14.9	1931	38.12	239.8
42	17.1	2.6	10.4	23.8	12.9	1.4	8.3	15.9	1565	36.84	248.9
47	18.2	2.8	10.5	25.7	13.3	1.9	8.4	18.6	1548	41.05	286.5
52	19.9	2.8	14.0	27.3	14.8	1.9	10.2	19.7	1246	39.68	302.9
57	20.6	3.0	14.0	29.1	15.3	1.8	10.9	20.5	1246	42.46	335.1
62	22.6	3.0	14.9	31.1	16.1	1.9	11.4	21.4	1044	42.64	350.2
72	25.0	3.4	15.4	34.8	17.0	2.1	12.2	22.2	903	45.14	388.4
82	27.0	4.1	15.7	38.7	18.7	2.4	13.8	24.5	899	52.63	497.2
92	29.2	4.7	16.1	42.6	20.1	2.5	14.2	26.3	899	61.63	623.2
101	30.7	5.3	16.1	45.9	21.5	2.7	14.4	27.8	899	68.72	740.9
111	32.8	6.0	16.4	49.4	21.5	2.7	14.4	27.8	899	78.53	825.0

表 3a 高野山スギ収穫試験地における成長量の推移

林齢 (年)	累積間伐材積 (m ³ /ha)	累積枯死材積 (m ³ /ha)	幹材積純成長量				間伐率		
			定期成長量 (m ³ /ha/年)	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)	本数 (%)	幹材積 (%)	平均 直径比※
22	47.5	0.0			224.1	10.2	36.7	21.2	0.8
28	63.1	0.0	122.1	8.6	346.1	12.4	11.4	5.2	0.8
33	63.1	0.0	68.2	4.3	414.3	12.6			
37	74.9	0.0	96.5	6.0	510.8	13.8	7.9	2.6	0.7
42	133.5	0.0	91.8	3.8	602.7	14.3	17.1	11.1	0.8
47	133.5	0.0	81.3	3.2	684.0	14.6			
52	166.3	0.0	103.3	3.4	787.2	15.1	7.6	5.0	0.8
57	177.5	0.0	71.3	2.2	858.5	15.1	1.8	1.6	0.9
62	253.0	0.0	72.1	2.0	930.6	15.0	21.6	10.0	0.7
72	320.3	29.4	90.5	1.3	1021.1	14.2	12.7	8.8	0.9
82	320.3	29.4	105.9	1.4	1127.0	13.7			
92	320.3	53.1	280.4	3.0	1407.4	15.3			
101	320.3	53.1	167.3	1.6	1574.7	15.6			
111	320.3	53.1	76.9	0.6	1651.6	14.9			

※平均直径比=間伐木の平均直径/間伐前の平均直径

表 3b 高野山ヒノキ収穫試験地における成長量の推移

林齢 (年)	累積間伐材積 (m ³ /ha)	累積枯死材積 (m ³ /ha)	幹材積純成長量				間伐率		
			定期成長量 (m ³ /ha/年)	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)	本数 (%)	幹材積 (%)	平均 直径比※
22	24.7	0.0			124.0	5.6	27.3	19.9	0.9
28	39.8	0.0	10.5	8.0	187.3	6.7	10.7	9.3	0.9
33	39.8	0.0	10.7	6.2	240.9	7.3			
37	59.3	0.0	14.5	6.3	299.1	8.1	11.5	7.5	0.9
42	96.6	0.4	9.3	3.5	345.5	8.2	18.8	13.0	0.9
47	98.3	0.4	7.9	2.9	384.8	8.2	1.0	0.6	0.8
52	147.3	0.4	13.1	4.1	450.2	8.7	19.5	13.9	0.9
57	147.3	0.4	6.4	2.0	482.4	8.5			
62	190.0	0.4	11.6	3.2	540.3	8.7	16.2	10.9	0.9
72	237.6	1.0	8.6	2.2	626.0	8.7	13.2	10.9	0.9
82	237.6	2.7	10.9	2.5	734.8	9.0			
92	237.6	2.7	12.6	2.2	860.8	9.4			
101	237.6	2.7	13.1	1.9	978.5	9.7			
111	237.6	2.7	8.4	1.1	1062.7	9.6			

※平均直径比=間伐木の平均直径/間伐前の平均直径