

ヒノキ林における間伐区と無間伐区の遮断蒸発量の比較

小松, 光

九州大学大学院農学研究院森林資源科学部門森林生態圏管理学講座

<https://doi.org/10.15017/15053>

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 89, pp.1-12, 2008-03. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

論文

ヒノキ林における間伐区と無間伐区の遮断蒸発量の比較*

小松 光**

抄 録

間伐の有無による遮断蒸発量の違いを調べることは、間伐が森林の渇水緩和機能に与える影響を評価するうえで重要であるが、これまでその違いを計測によって調べた例はわずかしかなかった。最近、佐渡・栗田(2004)は、ヒノキ林に無間伐区、12%間伐区、21%間伐区を設定して水収支法から各区の遮断蒸発量を計測した。しかし、その報告における解析は、間伐の有無が比較的長期(月以上の時間スケール)の森林水収支に与える影響を把握するという目的からすると、遮断蒸発率(遮断蒸発量/林外雨量)の計算方法に問題があり、誤った結果と結論が導かれていた。そこで、本研究はその目的に合った遮断蒸発率の計算方法を採用して再解析することで、結果と結論を修正した。樹冠通過雨量計測期間の林外雨量は1282.2 mm、樹冠通過雨量は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ908.3 mm、909.2 mm、936.4 mmだった。樹幹流量計測期間における林外雨量は88.5 mm、樹幹流量は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ0.5 mm、0.7 mm、0.9 mmだった。これらのデータをもとにして、無間伐区、12%間伐区、21%間伐区の遮断蒸発率はそれぞれ29.7%、29.9%、28.0%と修正された。修正された遮断蒸発率をもとにすると、間伐の有無による遮断蒸発率の違いは、遮断蒸発計測で発生する誤差範囲内にあることが新たに指摘された。

キーワード：間伐，遮断蒸発，樹冠通過雨，樹幹流，蒸発散，ヒノキ林

*KOMATSU, H.: Comparison of rainfall interception amounts between thinned and unthinned *Chamaecyparis obtusa* forest stands

** Division of Forest Ecosystem and Management, Department of Forestry and Forest Products Sciences, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, Fukuoka 811-2415, Japan
九州大学大学院農学研究院森林資源科学部門森林生態圏管理学講座

1. はじめに

日本には、戦後の拡大造林によって作られた針葉樹人工林が数多くある。人工林は本来間伐などの管理が必要だが、近年の木材価格の低迷と人件費の上昇から、わが国の人工林の多くが、間伐の行われない状態で放置されている（只木, 1988; 藤森, 2000）。

間伐の行われない人工林は、間伐の行われている人工林に比較して、その公益的機能が低いとされることがある。森林の公益的機能のひとつである渇水緩和機能については、間伐の行われない人工林は葉量が大きいため蒸発散量が大きく、それゆえ流出量（さらには水資源量）を減少させてしまうと主張されることがある（例えば、塚本, 1998; 蔵治, 2003）。

このような主張の是非を検討するためには、蒸発散の各要素が間伐の有無によってどのように異なるかを調べる計測が不可欠である。しかし、そのような計測例の報告は極めて少ない（小松ら, 2007a）。蒸発散の主な要素のひとつである遮断蒸発についても、間伐の有無による違いを計測した例は、村井 (1970) と服部・近嵐 (1988) による2例があるにすぎなかった。このため、新たな計測例の蓄積が強く求められている（小松ら, 2007a）。

このような状況において、最近、佐渡・栗田 (2004) によって、間伐の有無による遮断蒸発の違いを計測した新たな例が報告されたことは極めて重要なことであった。しかしながら、佐渡・栗田 (2004) において行われた解析は、間伐の有無が比較的長期（月以上の時間スケール）の森林水収支に与える影響を把握するという目的からすると、遮断蒸発率（遮断蒸発量／林外雨量）の計算方法に問題があり、間伐の有無による遮断蒸発の違いについて、誤った結果と結論が導かれている。そこで本研究は、その目的に合った遮断蒸発率の計算方法を採用して、佐渡・栗田 (2004) の論文に示された計測データを再解析することで、結果と結論を修正することを目的とする。

2. 材料と方法

2. 1 計測概要

佐渡・栗田 (2004) による計測については当該論文において詳しく記されているので、ここでは概要のみを記す。

計測地は山口県山口市木戸山実験林であった。1999年8月、当実験林内の50年生ヒノキ人工林に、間伐の行われていない区画、本数にして12%の間伐が行われた区画、本数にして21%の間伐が行われた区画が設定された。本論では、これらの区画をそれぞれ無間伐区、12%間伐区、21%間伐区とする。なお、各区における立木密度、胸高直径、樹高などは表1に示したとおりである。

表1 無間伐区、12%間伐区、21%間伐区における立木密度、胸高直径、樹高

Table 1 Stem density, diameter of breast height (DBH), and tree height for unthinned, 12% thinned, and 21% thinned plots.

	無間伐区	12%間伐区	21%間伐区
プロット面積 (m ²)	104	104	101
立木密度 (本ha ⁻¹)	1836	1440 (1631)*	1487 (1883)*
平均胸高直径 (cm)	23.0	21.6 (21.9)*	21.8 (22.1)*
平均樹高 (m)	19.4	17.2 (17.4)*	17.0 (17.3)*

* 括弧内の数値は間伐前の値を示している

* Numerals in the parentheses indicate data before thinning.

これらの各区において、2000年から2001年にかけて樹冠通過雨量と樹幹流量の計測が行われた。計測点数は、樹冠通過雨量と樹幹流量のそれぞれについて、13点と4点であった。これらの計測と同時に、林外の開けた場所において林外雨量の計測も行われた。表2は、佐渡・栗田(2004)に示された計測結果の表を改変したものである。樹冠通過雨量、林外雨量の計測は2000年5月12日から2001年1月10日にかけて継続的に、樹幹流量の計測は2000年9月15日から2000年12月25日の期間に断続的に行われた。計測の時間間隔は一定ではなく、最短で1日、最長14日で、7日程度であることが多かった。

2. 2 再解析の焦点

佐渡・栗田(2004)は、各イベント(2回の計測で挟まれた期間を「イベント」と呼ぶことにする)について樹冠通過雨率(樹冠通過雨量/林外雨量)と樹幹流率(樹幹流量/林外雨量)を計算し、得られた樹冠通過雨率と樹幹流率をすべてのイベントについて算術平均することで、計測期間の平均的な樹冠通過雨率と樹幹流率を算出した(表2)。その結果、樹冠通過雨率が無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ59.9%、63.1%、66.2%、樹幹流率が無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ0.5%、0.7%、0.9%と報告された。以上で計算された樹冠通過雨率と樹幹流率を100%から引いたものを遮断蒸発率(遮断蒸発量/林外雨量)とするならば、遮断蒸発率は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ40.6%、37.6%、34.7%となる。このような解析結果をもとにして、佐渡・栗田(2004)は、間伐の強度が大きいほど遮断蒸発量が小さいと結論した。

しかし、佐渡・栗田(2004)が樹冠通過雨率と樹幹流率を算出する際に、各イベントについて樹冠通過雨率と樹幹流率を求めた上でその算術平均をとっている点は(表2)、間伐の有無が比較的長期の森林水収支に与える影響を把握するという観点からすると問題である。佐渡・栗田(2004)による計算方法では雨量の小さいときのデータの影響が過大に評価されてしまうからである。

このような問題を避けるためには、計測期間全体に対して樹冠通過雨量と樹幹流量を求め、その値を計測期間全体の林外雨量で割ることによって、樹冠通過雨率、樹幹流率を求めればよい。そこで、本研究ではこのような方法によって、佐渡・栗田(2004)のデータをもとに樹冠通過雨率、樹幹流率を再計算した。

なお、佐渡・栗田(2004)においては、24年生ヒノキ人工林の区画における計測結果も示されているが、その結果は解析対象から外すことにした。というのは、ここでの目的が間伐の有無による遮断蒸発量の違いを調べることであるため、また、24年生の区画において行われた樹冠通過雨量の計測点数がわずか3点と、50年生の区画のものよりも著しく少なく、計測精度が高くないと考えたからである。

表2 佐渡・栗田 (2004)に示された計測結果

林外雨量とともに、樹冠通過雨率と樹幹流率が示されている。佐渡・栗田 (2004)をもとに改変。

Table 2 Observation data shown in Sado and Kurita (2004). Incident rainfall and throughfall and stemflow ratios are shown. Modified after Sado and Kurita (2004).

イベント番号	計測開始			計測終了			林外雨量 (mm)	樹冠通過雨率 (%)			樹幹流率 (%)		
	年	月	日	年	月	日		無間伐区	12%間伐区	21%間伐区	無間伐区	12%間伐区	21%間伐区
1	2000	5	12	2000	5	17	8.6	55.0	65.3	72.3			
2	2000	5	18	2000	5	29	95.0	72.0	68.2	61.6			
3	2000	5	30	2000	6	2	36.8	71.5	76.3	70.8			
4	2000	6	3	2000	6	9	31.1	73.7	65.2	63.2			
5	2000	6	10	2000	6	12	6.1	61.6	76.0	75.7			
6	2000	6	13	2000	6	16	6.1	66.6	66.0	76.8			
7	2000	6	17	2000	6	19	36.1	86.4	79.1	92.2			
8	2000	6	20	2000	6	22	38.7	77.6	73.7	75.6			
9	2000	6	23	2000	6	26	80.7	82.1	80.6	83.6			
10	2000	6	26	2000	6	27	10.3	65.5	66.9	68.1			
11	2000	6	27	2000	6	29	126.7	73.4	76.1	74.5			
12	2000	6	30	2000	7	5	0.7	23.6	29.1	38.4			
13	2000	7	6	2000	7	7	3.7	65.8	66.3	70.8			
14	2000	7	8	2000	7	12	18.5	81.8	77.9	78.6			
15	2000	7	13	2000	7	19	1.5	20.2	39.2	49.9			
16	2000	7	20	2000	7	25	74.3	86.2	80.4	83.7			
17	2000	7	26	2000	8	2	27.4	47.1	49.1	45.6			
18	2000	8	3	2000	8	7	14.7	48.4	41.6	33.2			
19	2000	8	8	2000	8	21	53.9	72.7	79.1	79.7			
20	2000	8	22	2000	8	22	8.7	100.7	93.7	108.0			
21	2000	8	23	2000	8	25	30.4	72.5	73.4	83.6			
22	2000	8	26	2000	9	4	29.9	58.7	67.6	69.1			
23	2000	9	5	2000	9	11	35.1	71.0	68.8	91.3			
24	2000	9	12	2000	9	12	1.2	20.3	12.9	21.2	0.0	0.1	0.0
25	2000	9	13	2000	9	13	6.7	54.4	62.3	58.7	0.1	0.3	0.6
26	2000	9	14	2000	9	18	9.9	40.5	46.0	46.7	0.1	0.1	0.2
27	2000	9	19	2000	9	25	41.5	71.1	73.7	75.6			
28	2000	9	26	2000	10	2	36.6	68.3	73.5	75.1			
29	2000	10	3	2000	10	5	11.5	57.8	60.1	66.4			
30	2000	10	6	2000	10	11	48.2	65.1	67.0	74.6			
31	2000	10	12	2000	10	18	4.2	42.8	56.7	55.4	0.0	0.0	0.0
32	2000	10	19	2000	10	25	56.2	72.3	80.0	84.3			
33	2000	10	26	2000	10	31	9.3	26.1	43.9	38.0	0.2	0.2	0.1
34	2000	11	1	2000	11	7	115.3	80.3	68.9	73.1			
35	2000	11	8	2000	11	16	7.8	40.3	46.3	43.1	0.0	0.0	0.0
36	2000	11	17	2000	11	17	5.8	65.3	73.9	74.3	0.4	0.9	1.5
37	2000	11	18	2000	11	21	27.5	60.6	62.2	66.9			
38	2000	11	22	2000	11	29	12.0	48.9	51.8	48.7	0.8	1.3	2.1
39	2000	11	30	2000	12	4	0.8	3.8	11.5	14.1	0.1	0.1	0.1
40	2000	12	5	2000	12	11	10.4	60.1	68.2	67.7	1.7	2.1	2.6
41	2000	12	12	2000	12	18	9.5	57.1	67.0	64.8	1.3	2.1	2.3
42	2000	12	19	2000	12	19	1.7	48.6	63.0	65.5	0.1	0.1	1.0
43	2000	12	20	2000	12	25	9.2	48.5	54.3	57.5	0.1	0.1	0.2
44	2000	12	26	2001	1	9	53.4	60.4	62.3	62.1			
45	2001	1	10	2001	1	10	28.5	69.3	75.1	82.4			
平均								59.9	63.1	66.2	0.5	0.7	0.9

表3 佐渡・栗田 (2004)によって報告された林外雨量, 樹冠通過雨量, 樹幹流率をもとに再計算された, 各イベントの樹冠通過雨量と樹幹流量

Table 3 Throughfall and stem flow amounts for each event calculated from incident rainfall and throughfall and stemflow ratios shown in Table 2.

イベント番号	計測開始			計測終了			林外雨量 (mm)	樹冠通過雨量 (mm)			樹幹流量 (mm)		
	年	月	日	年	月	日		無間伐区	12%間伐区	21%間伐区	無間伐区	12%間伐区	21%間伐区
1	2000	5	12	2000	5	17	8.6	4.7	5.6	6.2			
2	2000	5	18	2000	5	29	95.0	68.4	64.8	58.5			
3	2000	5	30	2000	6	2	36.8	26.3	28.1	26.1			
4	2000	6	3	2000	6	9	31.1	22.9	20.3	19.7			
5	2000	6	10	2000	6	12	6.1	3.8	4.6	4.6			
6	2000	6	13	2000	6	16	6.1	4.1	4.0	4.7			
7	2000	6	17	2000	6	19	36.1	31.2	28.6	33.3			
8	2000	6	20	2000	6	22	38.7	30.0	28.5	29.3			
9	2000	6	23	2000	6	26	80.7	66.3	65.0	67.5			
10	2000	6	26	2000	6	27	10.3	6.7	6.9	7.0			
11	2000	6	27	2000	6	29	126.7	93.0	96.4	94.4			
12	2000	6	30	2000	7	5	0.7	0.2	0.2	0.3			
13	2000	7	6	2000	7	7	3.7	2.4	2.5	2.6			
14	2000	7	8	2000	7	12	18.5	15.1	14.4	14.5			
15	2000	7	13	2000	7	19	1.5	0.3	0.6	0.7			
16	2000	7	20	2000	7	25	74.3	64.0	59.7	62.2			
17	2000	7	26	2000	8	2	27.4	12.9	13.5	12.5			
18	2000	8	3	2000	8	7	14.7	7.1	6.1	4.9			
19	2000	8	8	2000	8	21	53.9	39.2	42.6	43.0			
20	2000	8	22	2000	8	22	8.7	8.8	8.2	9.4			
21	2000	8	23	2000	8	25	30.4	22.0	22.3	25.4			
22	2000	8	26	2000	9	4	29.9	17.6	20.2	20.7			
23	2000	9	5	2000	9	11	35.1	24.9	24.1	32.0			
24	2000	9	12	2000	9	12	1.2	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0
25	2000	9	13	2000	9	13	6.7	3.6	4.2	3.9	0.0	0.0	0.0
26	2000	9	14	2000	9	18	9.9	4.0	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
27	2000	9	19	2000	9	25	41.5	29.5	30.6	31.4			
28	2000	9	26	2000	10	2	36.6	25.0	26.9	27.5			
29	2000	10	3	2000	10	5	11.5	6.6	6.9	7.6			
30	2000	10	6	2000	10	11	48.2	31.4	32.3	36.0			
31	2000	10	12	2000	10	18	4.2	1.8	2.4	2.3	0.0	0.0	0.0
32	2000	10	19	2000	10	25	56.2	40.6	45.0	47.4			
33	2000	10	26	2000	10	31	9.3	2.4	4.1	3.5	0.0	0.0	0.0
34	2000	11	1	2000	11	7	115.3	92.6	79.4	84.3			
35	2000	11	8	2000	11	16	7.8	3.1	3.6	3.4	0.0	0.0	0.0
36	2000	11	17	2000	11	17	5.8	3.8	4.3	4.3	0.0	0.1	0.1
37	2000	11	18	2000	11	21	27.5	16.7	17.1	18.4			
38	2000	11	22	2000	11	29	12.0	5.9	6.2	5.8	0.1	0.2	0.3
39	2000	11	30	2000	12	4	0.8	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
40	2000	12	5	2000	12	11	10.4	6.3	7.1	7.0	0.2	0.2	0.3
41	2000	12	12	2000	12	18	9.5	5.4	6.4	6.2	0.1	0.2	0.2
42	2000	12	19	2000	12	19	1.7	0.8	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0
43	2000	12	20	2000	12	25	9.2	4.5	5.0	5.3	0.0	0.0	0.0
44	2000	12	26	2001	1	9	53.4	32.3	33.3	33.2			
45	2001	1	10	2001	1	10	28.5	19.8	21.4	23.5			
合計							1282.2	908.3	909.2	936.4	0.5	0.7	0.9

3. 結 果

佐渡・栗田 (2004) に示された樹冠通過雨率と樹幹流率 (表2) に林外雨量を乗ずることによって、各イベントにおける樹冠通過雨量と樹幹流量を算出し (表3)、それをもとにして計測期間全体に対する樹冠通過雨量と樹幹流量、および、樹冠通過雨率と樹幹流率を求めた。樹冠通過雨量計測が行われた期間における林外雨量は1282.2 mm、樹冠通過雨量は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ908.3 mm、909.2 mm、936.4 mmだった。したがって、樹冠通過雨率はそれぞれ70.8%、70.9%、73.0%となった。樹幹流量計測が行われた期間における林外雨量は88.5 mm、樹幹流量は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ0.5 mm、0.7 mm、0.9 mmだった。したがって、樹幹流率は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ0.5%、0.8%、1.0%となった。

計算された樹冠通過雨率と樹幹流率を100%から引いたものを遮断蒸発率とすると、遮断蒸発率は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ29.7%、29.9%、28.0%となった。厳密には、樹冠通過雨量計測が行われた期間と樹幹流量計測が行われた期間が異なるので、以上のようにして遮断蒸発率を計算するのは正しくない。しかしながら、樹幹流率が樹冠通過雨率に比べてずっと小さいため、以上のような遮断蒸発率の計算は十分よい近似を与えると思われる (しばしば樹幹流量を無視して、樹冠通過雨量と林外雨量のみから遮断蒸発量が算出されることがあるのは、このような理由からである)。

筆者らによる再解析によって得られた樹冠通過雨率 (70.8%~73.0%) は、佐渡・栗田 (2004) に報告された値 (59.9%~66.2%) より高かった。これは、筆者らが「2. 2 再解析の焦点」で指摘したとおり、佐渡・栗田 (2004) の解析方法が、雨量の小さいイベントの低い樹冠通過雨率 (図1) の影響を過大に評価するものであったためである。一方、筆者らによる再解析によって得られた樹幹流率 (0.5%~1.0%) は、佐渡・栗田 (2004) に報告された値 (0.5%~0.9%) と同程度であった。これは、そもそも樹幹流量が小さいため、また、樹幹流量の計測期間において林外雨量が小さい傾向にあったためである。

筆者らによる再解析によって得られた遮断蒸発率 (28.0%~29.9%) は、佐渡・栗田 (2004) で示された遮断蒸発率 (34.7%~40.6%) より低かった。佐渡・栗田 (2004) で示された遮断蒸発率は、Komatsu et al. (2007b) によってレビューされた日本の森林における遮断蒸発率 (例えば、Park et al., 2000; 佐藤ら, 2003a,b; 田中ら, 2005) の範囲外にあったが、筆者らの再解析に基づいて修正された遮断蒸発率はその範囲内となった。

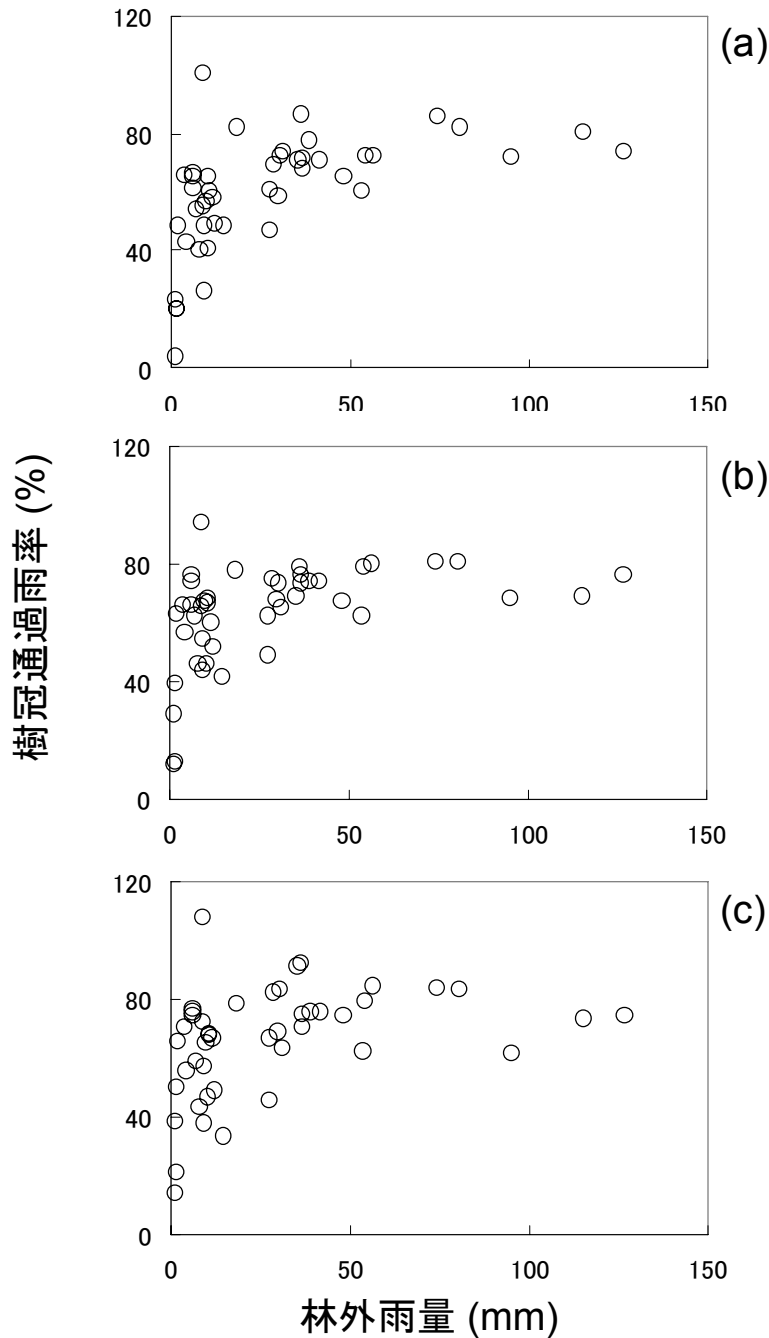


Fig. 1 Relationships between incident rainfall and the throughfall ratio for (a) the unthinned, (b) 12% thinned, and (c) 21% thinned plots. The throughfall ratio increases with increasing rainfall.

図1 林外雨量と樹冠通過雨率の関係：(a) 無間伐区，(b) 12%間伐区，(c) 21%間伐区．林外雨量が小さいときに樹冠通過雨率が低い傾向が認められた

4. 考 察

筆者らによる再解析の結果によると、各区における遮断蒸発率の違いは2%以下だった。このようなわずかな遮断蒸発率の違いから、各区に遮断蒸発量の違いがあったと結論づけることはできない。

その理由は以下のとおりである。遮断蒸発計測において、遮断蒸発量を算定するために用いられる林外雨量は各区の樹冠上雨量の代用である。そして、雨量には空間的ばらつきが存在するので、樹冠上雨量を林外雨量で代用することから誤差が生じることになる。近藤ら (1992)に基づいてこの誤差が林外雨量の5%程度であると仮定すると、遮断蒸発率にも林外雨量の5%程度の誤差が生じることになる。したがって、佐渡・栗田 (2004)の計測対象となった各区の遮断蒸発率の違いは、存在したとしても遮断蒸発計測の誤差範囲内という結論になる。

このような結論は、小松 (2007)や小松ら (2007a)における議論を支持するものである。

小松 (2007)は、日本の針葉樹人工林における遮断蒸発研究のレビューによって、立木密度と遮断蒸発率の関係式 (遮断蒸発率 [%] = $0.00498 \times \text{立木密度 [本 ha}^{-1}] + 12.0$) を導いている。この関係式によれば、立木密度と遮断蒸発率は線形に対応し、立木密度1000本 ha⁻¹の違いによって5.0%の遮断蒸発率の違いが生じる。ただし、ここで作成された関係式は、間伐による立木密度の違いに伴ったものではなく、人工林の生長段階による立木密度の違いに伴ったものである。そして、間伐による遮断率の違いを計測によって調べた例がわずらかし存在しないため、この関係式が間伐の有無による遮断蒸発率の違いを評価するのに使用できるかどうか、現時点では不明である。そのことを断ったうえで、小松ら (2007a)はこの関係式を用いて、間伐の有無により生じる蒸発散量の違いを予想している。(なお、彼らの予想によれば、間伐の有無による年間蒸発散量の違いは蒸散よりも遮断蒸発によって生じており、その量は、上記の関係式をもとに、立木密度1000本 ha⁻¹の違いを仮定した場合、年間降水量の5.0%とされる。)

ここで、佐渡・栗田 (2004)の実験で設定された3区画において立木密度の違いから想定される遮断蒸発率の違いを、小松 (2007)において見出された関係式をもとに計算すると、3区画での立木密度の違いは最大で400本 ha⁻¹程度であるから、2.0%の遮断蒸発率の違いが見込まれる。2.0%という遮断蒸発率の違いは遮断蒸発計測に含まれる誤差の範囲内である。したがって、小松 (2007)による関係式をもとにすると、予想される遮断蒸発率の違いは計測誤差範囲内となるが、この予想は筆者らが佐渡・栗田 (2004)のデータの再解析によって得た結果と整合している。このような整合が得られたことは、小松ら (2007a)において行われた「間伐の有無により生じる蒸発散量の違いの予想」が的外れでない可能性を示唆している。

5. 結 論

本研究は、佐渡・栗田(2004)によるヒノキ人工林での遮断蒸発計測研究における解析上の問題を指摘した上で、データの再解析を行った。再解析により、遮断蒸発率は無間伐区、12%間伐区、21%間伐区でそれぞれ29.7%、29.9%、28.0%と修正された。得られた各区の遮断蒸発率の違いを遮断蒸発計測において想定される誤差と比較することで、遮断蒸発率の各区の違いは、存在したとしても遮断蒸発計測の誤差範囲内である、という結論が得られた。この結論は、間伐によって遮断蒸発率(したがって遮断蒸発量)が減少するとしていた佐渡・栗田(2004)の結論と異なるものであった。

佐渡・栗田(2004)の研究以前に、間伐の有無による遮断蒸発の違いを報告した計測例は村井(1970)と服部・近嵐(1988)の2例しかない。さらに樹種をヒノキに限るならば、佐渡・栗田(2004)以前の計測例は服部・近嵐(1988)の1例のみである。このような背景から、佐渡・栗田(2004)による計測例は貴重なものである。このため、本研究は佐渡・栗田(2004)の計測データを再解析して、報告された遮断蒸発率の誤りを正しただけのものであるが、間伐による森林蒸発散への影響を明らかにしようとするうえで、重要な基礎情報を与えるものと思われる。

一方で、間伐の有無による遮断蒸発の違いを報告した計測例は依然として少ないため、今後、佐渡・栗田(2004)と同様の研究が数多く行われることが期待される。とりわけ、日本の最も代表的な人工林であるスギ林において、間伐の有無による遮断蒸発の違いを計測した例が今のところないため、そのような計測例の蓄積が強く望まれる。なお、筆者らが本研究で得た結果や、小松(2007)による立木密度と遮断蒸発率の関係からすると、間伐の有無による遮断蒸発率の違いは、多くの場合、遮断蒸発計測の誤差範囲と同じオーダーであると思われる。したがって、今後、間伐の有無による遮断蒸発の違いを検討する計測研究を行う場合には、計測誤差の評価も併せて行うことが望ましいことを指摘しておきたい。

謝 辞

本研究で再検討した佐渡・栗田(2004)の論文は、篠原慶規さん(九州大学福岡演習林)に紹介していただいた。本稿の草稿を久米朋宣さん(九州大学福岡演習林・日本学術振興会)に読んでいただいた。本研究を行うにあたって、平成18~19年度科学研究費補助金No.18810023(代表:小松光)、および、平成17~19年度科学研究費補助金No.17380096(代表:大槻恭一)の援助を受けた。ここに記して感謝する。

引用文献

- 藤森隆郎 (2000) : 森との共生. 236 pp, 丸善ライブラリー, 東京.
- 服部重昭・近嵐弘栄 (1988) : ヒノキ林における間伐が樹冠遮断に及ぼす影響. 日林誌 **70**: 529-533.
- 小松 光 (2007) : 日本の針葉樹人工林における立木密度と遮断率の関係. 日林誌 **89**: 217-220.
- 小松 光・井手淳一郎・篠原慶規・芳賀弘和・藤山洋介・宮野岳明・丸野亮子・智和正明・久米朋宣・東 直子・大槻恭一 (2007a) : 非管理針葉樹人工林の蒸発散量. 水利科学 **297**: 107-127.
- Komatsu, H., Tanaka, N., and Kume, T. (2007b) : Do coniferous forests evaporate more water than broad-leaved forest in Japan? J. Hydrol. **336**: 361-375.
- 近藤純正・中園 信・渡辺 力 (1992) : 日本の水文気象(2) : 森林における降雨の遮断蒸発量. 水文学会誌 **5(2)**: 29-36.
- 蔵治光一郎 (2003) : 森林の緑のダム機能 (水源涵養機能) とその強化に向けて. **76 pp**, 日本治山治水協会, 東京.
- 村井 宏 (1970) : 森林植生による降水のしゃ断についての研究. 林試研報 **232**: 25-64.
- Park, H.T., Hattori, S., and Kang, H.M. (2000) : Seasonal and inter-plot variations of stemflow, throughfall and interception loss two deciduous broad-leaved forests. J. Jpn. Soc. Hydrol. & Resour. **13**, 17-30.
- 佐渡靖紀・栗田 猛 (2004) : 長伐期施業に対応する森林間林技術の開発—ヒノキ人工林の長伐期化による林内雨量の変化—. 山口林指セ試報 **17**: 14-18.
- 佐藤嘉展・久米 篤・大槻恭一・小川 滋 (2003a) : 樹冠構造の違いが樹冠通過雨の分布特性に及ぼす影響—スギ林とマテバシイ林における樹冠通過雨特性の比較—. 水文学会誌 **16**: 605-616.
- 佐藤嘉展・大槻恭一・小川 滋 (2003b) : マテバシイ林における年間樹冠遮断量の推定. 九大演報 **83**: 15-29.
- 只木良也 (1988) : 森と人間の文化史. 211 pp, NHKブックス, 東京.
- 田中延亮・蔵治光一郎・白木克繁・鈴木祐紀・鈴木雅一・太田猛彦・鈴木 誠 (2005) : 袋山沢試験流域のスギ・ヒノキ壮齢林における樹冠通過雨量, 樹幹流下量, 樹冠遮断量. 東大演報 **113**: 197-240.
- 塚本良則 (1998) : 森林・水・土の保全. 138 pp, 朝倉書店, 東京.

(2007年10月31日受付 ; 2008年1月11日受理)

Summary

Though examinations on the difference in rainfall interception evaporation between thinned and unthinned forests are needed for evaluating the effect of forest thinning on the amount of interception evaporation, only a few examinations have been performed. Sado and Kurita (2004) recently examined the difference in interception evaporation between unthinned, 12% thinned, and 21% thinned *Chamaecyparis obtusa* forest plots based on the water balance method. However, data analysis and conclusions of the study were inappropriate from the viewpoint of examining the change in forest water balance at relatively long time scale (> one month) with forest thinning because of the inappropriate calculation method for the interception ratio (interception evaporation / rainfall). Applying an alternative calculation method for the interception ratio, this study reanalyzed the data and modified the results and conclusions. According to the reanalysis, incident rainfall integrated for the whole throughfall measurement period was 1282.2 mm and the throughfall amounts were 908.3 mm, 909.2 mm, and 936.4 mm for unthinned, 12% thinned, and 21% thinned plots, respectively. Incident rainfall for the whole stemflow measurement period was 88.5 mm and the stemflow amounts were 0.5 mm, 0.7 mm, and 0.9 mm for unthinned, 12% thinned, and 21% thinned plots, respectively. Based on these results, the interception ratio (i.e., interception evaporation divided by incident rainfall) was calculated as 29.7%, 29.9%, and 28.0% for unthinned, 12% thinned, and 21% thinned plots, respectively. This difference in the interception ratio among plots found in this study was smaller than that caused by measurement error.

Key words: thinning, interception evaporation, throughfall, stemflow, evapotranspiration, *Chamaecyparis obtusa* forest

