

# 苫小牧カラマツ林における各種水の酸素・水素同位体比の日周変化 - 植生による吸水と蒸発散の解析 -

## Diurnal variations in O and H isotopic ratios of various forms of water in Tomakomai larch forest

# 中塚 武[1]; 関 宰[2]; 高橋 善幸[3]

# Takeshi Nakatsuka[1]; Osamu Seki[2]; Yoshiyuki Takahashi[3]

[1] 北大・低温研; [2] 北大・低温研; [3] 国立環境研・大気

[1] Inst.Low Temp.Sci., Hokkaido Univ; [2] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ; [3] NIES

### 1. はじめに

森林内では、水は降水、土壌水、導管水、葉内水、水蒸気など様々な形態で存在し、浸透、吸水、蒸発散、凝結などの過程を経て循環している。外部から供給される降水の同位体比は有意に季節変化し、また蒸発散、凝結過程で規則的な同位体分別が生じるため、森林内の各種水の酸素・水素同位体比の時空間変化は、水循環の定量的理解につながる様々な知見を与えるはずである。森林内の水同位体比の情報は、同時に、植物や土壌微生物によって生成される各種化合物の持つ酸素・水素同位体比の理解や、年輪試料の同位体比を用いた古気候復元のための基礎となる。しかし、林冠部の葉や枝の採取や、水蒸気の鉛直的な採取は、一般には極めて困難な作業であり、これまで高時空間分解能で試料を採取・分析・解析した例は少ない。本研究では、「国立環境研究所・苫小牧フラックスリサーチサイト」のカラマツ林において、これら各種水試料を採取し、その酸素・水素同位体比の日周変化を解析した。

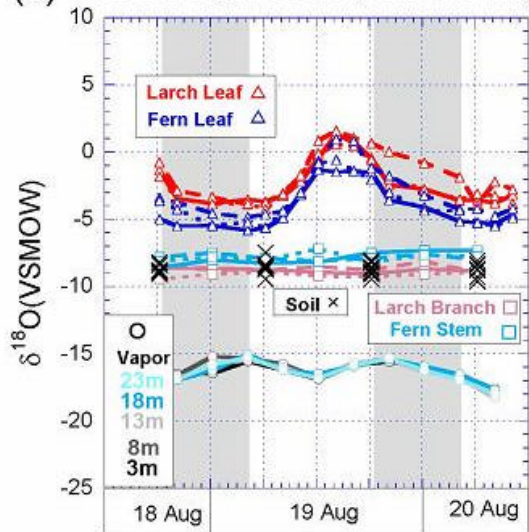
### 2. 観測と分析

観測を行ったカラマツ林は、樹齢約 40 年の人工林であり、樹高約 17m の林が観測点の周囲数 km に亘り広がっていた(2004 年 9 月 8 日に台風のため、残念ながら観測サイトは倒壊)。林床には、シダの一種であるオシダが優占していた。2003 年 8 月 18~20 日、2004 年 6 月 29 日~7 月 1 日の 2 回に分けて、それぞれ 2-4 時間おきに、カラマツとオシダの葉内水と導管水、および水蒸気と土壌水を採取した。2004 年は、観測 2 日目に寒冷前線の通過に伴う大雨が降ったため、サンプリングを一時中断している。水蒸気は、高さ 25m の観測タワー(エコタワー)の途中 5 ヶ所から空気を吸引し、各々 -100℃ に冷やしたガラス管に 30 分ずつトラップした。カラマツの葉・枝(導管)は、高さ約 15m の仮設足場周辺の 3 個体の林冠層から採取し、オシダの葉・茎(導管)は、エコタワー・仮設足場周辺の 3 ヶ所から土壌試料と合わせて採取した。葉・枝(茎)・土壌の各固体試料は、採取後速やかに専用の器具にてガラス管に挿入し、シリコンキャップにて封管した。それらは、実験室に持ち帰り後、真空蒸留法にて、含有水を全て抽出し、水蒸気試料と合わせて、水専用の熱分解炉・還元炉を備えた Isoprime-PyrOH(GV-Instrument 社)同位体質量分析計にて、その酸素・水素同位体比をそれぞれ測定した。同位体比は、VSMOW に対する千分偏差で表し、測定の見積精度は、標準偏差にして、それぞれ約 0.1、0.5 パーミル程度であった。

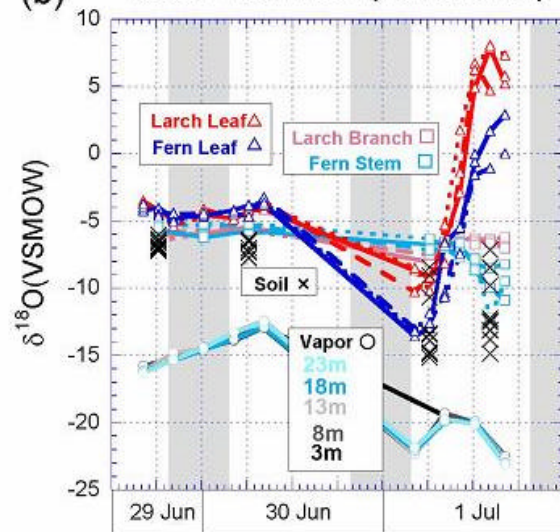
### 3. 結果と考察

図(a), (b)に、2003 年、2004 年の観測日のそれぞれにおける、各種水の酸素同位体比の日周変化を示す。葉内水の酸素同位体比は、葉面での蒸発散に伴う同位体分別のため、一般に導管水よりも高くなるが、水蒸気の同位体比が急激に低下した 2004 年 7 月 1 日には、葉内水の同位体比が導管水よりも低くなる現象が認められた。これは、降水から土壌、根、導管を介した葉への水の流れよりも、南方から北方への気団の入れ替わりに伴う水蒸気の同位体比の変化の方が、葉内水の同位体比には素早く現れたことを示している。葉内水の同位体比は夜間に低下し、昼間に増大する顕著な日周変化を示すが、曇天の日には大きな変化は見られなかった。葉内水の酸素・水素同位体比の変化は、カラマツ・オシダ共に、Craig-Gorgon 式によってほぼ完璧に再現でき、植物種の違いによらず同一の理論式による計算が可能であることを示している。水素同位体比から、酸素同位体比の 8 倍を引いた値である d-excess 値の変化を、図(c), (d)に示す。d-excess 値は、速度論的な同位体分別効果に伴った蒸発過程で、主に変化する値と考えられている。実際、最近降った降水の同位体比をそのまま反映していると考えられる土壌水と導管水の d-excess 値は共に 0 付近に集中している一方、葉内水の d-excess 値は、蒸散過程を反映して、昼間(午後)に急激な低下が認められる。水蒸気の d-excess 値にも、昼間(正午)に増大する僅かだが明確な傾向が認められた。水蒸気の同位体比は鉛直的に均一であり、夜間・昼間ともに良く混合されていることを示しているが、葉内水と土壌水から、それぞれ、蒸散・蒸散する水蒸気の同位体比と大気中の水蒸気の同位体比の変化を比べることで、昼間、森林大気に放出される水蒸気の起源とフラックスが計算できるものと思われる。

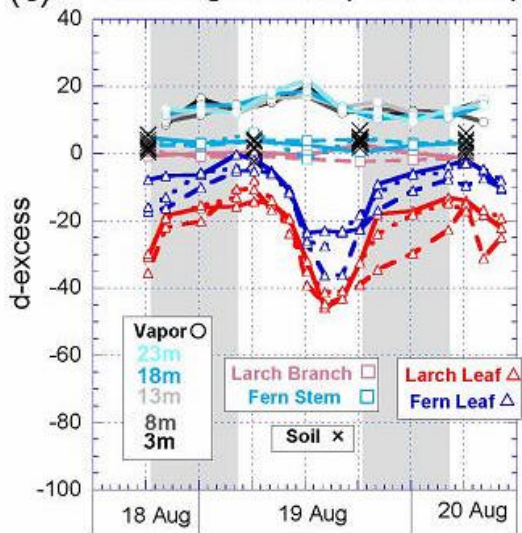
(a) 18-20 August 2003 (Tomakomai)



(b) 29 Jun-1 Jul 2004 (Tomakomai)



(c) 18-20 August 2003 (Tomakomai)



(d) 29 Jun-1 Jul 2004 (Tomakomai)

