

## 速報

九州北部のスギ・ヒノキ人工林小流域における溶存有機・無機炭素の動態<sup>\*1</sup>釣田竜也・石塚成宏<sup>\*2</sup>

釣田竜也・石塚成宏：九州北部のスギ・ヒノキ人工林小流域における溶存有機・無機炭素の動態 九州森林研究 66：97－98, 2013  
九州北部のスギ・ヒノキ人工林小流域での水移動にともなう溶存有機炭素（DOC）と溶存無機炭素（DIC）の動態を明らかにするため、降水、林内雨、落葉層（A0）通過水、土壌水、湧水、渓流水中のDOC、DIC濃度を調査した。DOC、DIC濃度とも、降水<林内雨<A0通過水と高まるが、土壌水、湧水で低下し、渓流水でやや高まる変化を示した。DOCの年移動量は、降水で17.1、林内雨で75.8～186、土壌水で4.4～6.6、渓流水で21.8 kg ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>であった。土壌水でのDOC移動量の顕著な低下から土壌浸透過程でのDOCの吸着・分解が示唆された。DICの年移動量は、降水で1.5、林内雨で2.2～13.5、土壌水で0.0、渓流水で38 kg ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>であった。渓流水での顕著なDIC移動量の増大から風化層中の水移動過程において、鉱物の風化にともないHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が増大していることが示唆された。

キーワード：北部九州、DOC、DIC、土壌水、移動量

## I. はじめに

森林生態系において炭素は、主に植物遺体として林床面に供給されるが、溶存有機炭素（以下、DOC）や、重炭酸イオン（HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>）の形態の溶存無機炭素（以下、DIC）として水を介しても林床面に供給される。特にDOCは鉱質土壌へ炭素が移動する際の主要な形態の一つであり（2）、土壌への炭素の蓄積に影響を及ぼす重要な基質と考えられるが、土壌中でのDOC、DICの動態を明らかにした研究事例は少ない。小柳ほか（1）は、関東地方のスギ・ヒノキ人工林流域で水移動にともなうDOC動態を調査したが、土壌中でのDOCの移動量については明らかにされていない。本研究では、土壌中での水移動量が計測可能な観測体制を構築し、九州北部のスギ・ヒノキ人工林小流域における移動水中のDOCとDICの動態を明らかにすることを目的とする。

## II. 研究方法

## (1) 調査地

熊本県北部の熊本森林管理署長生国有林内にある集水面積3.6 haの鹿北流域試験地3号沢（3）を調査地とした（図-1）。地質は結晶片岩で、土壌は褐色森林土が分布している。植生は、斜面上部が30～50年生のヒノキ人工林、下部が30～50年生のスギ人工林が主体で、アラカシ、ツブラジイ等が混在している。

## (2) 試料の採取方法

3号沢の源頭部斜面の上部地点（ヒノキ林）と下部地点（スギ林）において、林内雨、落葉層通過水（以下、A0通過水）、土壌水を採取した。湧水は下部地点下方の湧水点において、渓流水は量水堰のやや上流において、降水は3号沢近傍の露場において採取した（図-1）。降水と林内雨は口径21 cmのロート付きのポリ容器で2週間に1回の頻度で集めるとともに、重量から採水

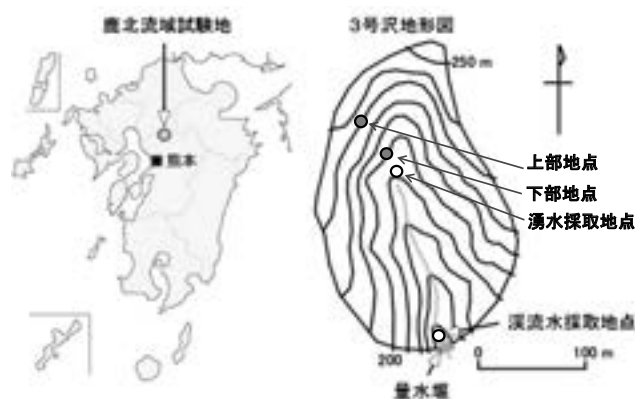


図-1. 調査地および調査地点の位置図

期間毎の雨量を算出した。A0通過水はチリトリ型のライシメータ（採水面積100 cm<sup>2</sup>のもの2個）の水をポリ容器に誘導し、2週間に1回の頻度で集めた。土壌水はポーラスプレート法（4, 5）によりB層下端に相当する深度（上部が深さ60 cm、下部が深さ40 cm）から2週間に1回の頻度で水を集めるとともに、期間毎の採水量をプレート面積で除して水移動量を算出した。湧水と渓流水は1～2週間間隔で集めた。渓流水の流量はVノッチ（60°）の越流水の水位を30分間隔で圧力式水位計（ウイジン社、UIZ-WL 500）により測定して算出した。観測期間は2008年10月～2012年6月である。なお、A0通過水は2012年1月から観測を開始した。

## (3) 試料の分析方法

採取試料は実験室に持ち帰り、pH（ガラス電極法）、EC（白金電極法）を測定した。0.45 μmのメンブレンフィルターでろ過後、DOC濃度は塩酸を加えて無機炭素を除去した後全有機炭素計（Shimadzu社、TOC 5000 A）で、DIC濃度は滴定により

<sup>\*1</sup> Tsurita, T. and Ishizuka, S. : Dissolved organic- and inorganic- carbon dynamics in a small watershed of Japanese cedar and cypress plantation in northern Kyushu.

<sup>\*2</sup> 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr., For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan.

表-1. 水移動にともなう DOC, DIC 濃度 (算術平均値) の変化 (n は試料数)

		(n)	DOC	DIC	pH
			(mg L <sup>-1</sup> )		
降水		(98)	1.3	0.1	4.66
林内雨	上部	(88)	10.0	0.2	4.97
	下部	(88)	13.8	0.9	6.01
A0通過水	上部	(10)	27.2	2.4	6.22
	下部	(11)	23.4	1.8	6.51
土壌水	上部	(91)	1.8	0.0	4.81
	下部	(92)	1.6	0.0	4.88
湧水		(88)	0.8	1.8	6.84
渓流水		(170)	1.8	3.0	7.22

pH 4.8 アルカリ度で推定される  $\text{HCO}_3^-$  濃度から算出した。

#### (4) DOC, DIC の年移動量の算出方法

水の移動量が算出可能な、降水、林内雨、土壌水、渓流水について、DOC, DIC の移動量を一年間積算して、2011 年の年間移動量を算出した。渓流水については、渓流水試料の DOC, DIC 濃度と採取時の流出水量を用いて 3 号沢の流出水量と DOC, DIC の流出量の関係式 (L-Q 式) を作成した (DOC:  $L = 1.70 Q^{0.797}$  ( $r^2 = 0.79$ ), DIC:  $L = 3.04 Q^{0.773}$  ( $r^2 = 0.99$ ))。これを用いて日流出量から日単位の DOC, DIC 流出量を算出し、1 年分積算して DOC, DIC の年流出量を算出した。

### Ⅲ. 結果

#### (1) 水移動にともなう DOC, DIC 濃度の変化

DOC 濃度の算術平均値は、降水 < 林内雨 < A0 通過水と高まり、A0 通過水で最大値 (23.4~27.2 mg L<sup>-1</sup>) を示した。その後土壌水で顕著に低下し、湧水でさらに低下するが渓流水でやや高まった (表-1)。上部のヒノキ林と下部のスギ林で顕著な差は認められなかった。DIC は、DOC より低濃度で推移した。降水 < 林内雨 < A0 通過水と濃度が高まり、土壌水で検出限界以下に低下した。その後湧水 < 渓流水と高まった。この濃度変化は pH の変化とよく対応しており、DIC 濃度が高いほど pH が高かった。

#### (2) 水移動にともなう DOC, DIC の年移動量

DOC の年移動量は、降水 (17.1 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>) から林内雨への移動にともない顕著に増大し、斜面上部で 75.8 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>、下部で 186.1 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> であった (表-2)。増加量は、斜面下部のスギ林の方が上部のヒノキ林よりも大きかった。その後 B 層下部で採取した土壌水では、DOC 移動量は斜面上部で 4.4 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>、下部で 6.6 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> と顕著に低下した。渓流水の移動量 (21.8 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>) は、降水の移動量 (17.1 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>) と同程度であった。DIC の年移動量は、降水 (1.5 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>) から林内雨への移動にともない増大し、斜面上部で 2.2 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>、下部で 13.5 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> であった (表-2)。増加量は、林内雨の pH がより高い下部のスギ林で大きかった。その後土壌水では DIC 移動量は 0.0 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> まで低下したが、渓流水では再び増加した (38.0 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>)。DOC と DIC の移動量を比較すると、降水から土壌水までは DIC より DOC の移動量が大きかったが、渓流水では DOC より DIC 移動量が大きくなった。

表-2. 水移動にともなう DOC, DIC の年移動量

		DOC	DIC	Water
		(kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )		(mm y <sup>-1</sup> )
降水		17.1	1.5	2690
林内雨	上部	75.8	2.2	1743
	下部	186.1	13.5	1866
土壌水	上部	4.4	0.0	365
	下部	6.6	0.0	600
渓流水		21.8	38.0	1655

### Ⅳ. 考察とまとめ

小柳ほか (I) は関東地方のスギ・ヒノキ人工林流域で水移動にともなう DOC の年移動量を調査し、降雨 < 林内雨 < A0 通過水と増大し、渓流水で低下することを示した。本研究でも、これと同じ傾向を示した。また、林内雨の DOC 移動量は小柳ほか (I) と同程度であった。B 層下部の土壌水の DOC 移動量は林内雨より顕著に低下しており、土壌浸透過程における DOC の吸着・分解が示唆された。小柳ほか (I) は、A0 通過水から深さ 5 cm の土壌水への移動にともなう DOC 濃度の顕著な減少を報告している。従って DOC の吸着・分解は特に土壌最表層で活発であることが推察される。本調査地の渓流水の DOC 移動量は小柳ほか (I) の値 (6.4 kg ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>) の約 3 倍であった。本調査地は比較的河道が長く、湧水点の DOC 濃度は渓流水の半分弱であった。したがって河道流下過程での近傍の浅い土壌層や河道中のリターとの比較的長い接触時間が流域出口の渓流水の DOC 移動量が大きい要因の一つと推察される。

水移動にともなう DIC の年移動量は、土壌水から渓流水にいたる過程で顕著に増大しており、風化層中の水移動過程において鉱物の風化にともない  $\text{HCO}_3^-$  濃度が増大し、pH が上昇していることが示唆された。

### 謝辞

圧力式水位計による観測では、森林総研九州支所山地防災研究グループのご協力を得た。水試料の分析では、森林総研九州支所非常勤職員の坂本由美子氏に多大なご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

### 引用文献

- (1) 小柳信宏ほか (2002) 森林立地 44: 11 - 20.
- (2) Qualls, R.G. and Haines, B.L. (1991) Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 1112 - 1123.
- (3) Shimizu, A. *et al.* (2003) Hydrol. Process. 17: 3125 - 3139.
- (4) 釣田竜也ほか (2009) 土壌の物理性 101: 51 - 56.
- (5) 釣田竜也ほか (2012) 九州森林研究 65: 93 - 95.

(2012 年 11 月 9 日受付; 2013 年 1 月 21 日受理)