

熱帯泥炭地における地盤沈下の要因分析

Analysis of factors effecting subsidence of tropical peatlands

○佐藤 空* 井上 京** ウントウン・ダルン*** アディ・ジャヤ***
SATO Sora, INOUE Takashi, Untung DARUNG and Adi JAYA

1. 背景と目的

熱帯泥炭地は巨大な炭素貯蔵庫といわれており、東南アジアでは泥炭湿地林として特にインドネシアに広く分布している。近年この熱帯泥炭地では、開発により人為的攪乱が進んでいる。排水を行うと微生物や泥炭火災による有機物の酸化分解が起りやすくなり、炭素が温室効果ガスとして大量に放出されることが危惧される。また排水は地盤沈下を引き起こし、泥炭下層土の強酸性土壌が露出すると農地が放棄されることもある。本研究は、熱帯泥炭地における有機物賦存量を見積もり、地盤沈下の各要因（分解、収縮・圧密）の沈下量への寄与率を推定することを目的とする。

2. 方法

(1) 調査地 調査はインドネシア中部カリマンタン州カランプンガン地区で行った。この地域は本来泥炭湿地林が広がっていたが1970年代後半に入植が始まり、1997年には大規模な地域開発プロジェクトによる大排水路が開削された。調査は以下の5地点で行った。

- ・農地(Kalampangan Village, 以下 KV)
- ・森林火災跡地('98, '02に火災, 大排水路から150m, Regrowing Forest, 以下 RF)
- ・森林(観測タワー設置地点, 大排水路から360m, Forest Tower, 以下 FT)
- ・小灌木林で火災頻度が多い地点(河川から4km, Transect 3A, 以下 TR3A)
- ・小灌木林で火災頻度が少ない地点(河川から5.5km, Transect 3B, 以下 TR3B)

(2) 測定項目 ピートサンプラーにより泥炭を採取し、10cm層ごとに乾燥密度、含水率を、強熱減量試験により有機物含有率を、CNアナライザーにより炭素含有率を求め、有機物量 $[g \cdot cm^{-3}]$ 、炭素量 $[g \cdot cm^{-3}]$ を算出した。

3. 結果と考察

(1) 各測定項目の結果(表1)

1) 乾燥密度: KV でやや高い値, TR3A, TR3B でやや低い値を示した。各地点とも泥炭表層ほど増加する傾向があった。

2) 含水率: 表層付近で約80% (KV, RFでは約70%) の値を示し、深くなるにつれて増加し、深さ150cm以深では各地点とも約90%であった。

3) 有機物含有率: 基底層付近を除

表1 各測定項目の結果(泥炭層厚以外は全層平均)

Table.1 Peat characteristics of each site

		KV	RF	FT	TR3A	TR3B
Peat depth	cm	310	430	390	300	400
Bulk density	gcm^{-3}	0.137	0.126	0.118	0.093	0.096
Water content	%	86.3	87.5	87.5	89.8	89.6
Organic content	%	99.4	99.4	99.6	98.6	99.2
Inorganic content	%	0.65	0.63	0.39	1.36	0.76
Carbon content	%	60.5	60.2	60.6	58.8	59.7
Amount of organic matter	gcm^{-3}	0.136	0.125	0.117	0.092	0.096
Total organic amount	gcm^{-2}	40.7	53.7	43.3	26.6	36.3
Amount of carbon	gcm^{-3}	0.082	0.076	0.071	0.055	0.058
Total carbon amount	gcm^{-2}	24.7	32.6	26.4	15.9	21.9

*北海道大学大学院農学院 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

**北海道大学大学院農学研究院 Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University

***インドネシア・パランカラヤ大学 University of Palangka Raya, Indonesia

[キーワード] 分解, 収縮・圧密, 排水, 森林火災, 乾燥密度

きはほぼ全ての深さで 99% を超えた。火災の起きていない FT で値が高く、TR3A, TR3B でやや低かった。

4) 炭素含有率：表層から深さ 50cm までを除き全層でほぼ一定で、約 60% であった。

5) 有機物量・炭素量：どちらも KV で高い値を示し、TR3A と TR3B は比較的低い値を示した。KV や RF での高い値は圧縮・圧密による密度増加が影響していると考えられる。また深くなるにつれて値が減少する傾向がある。

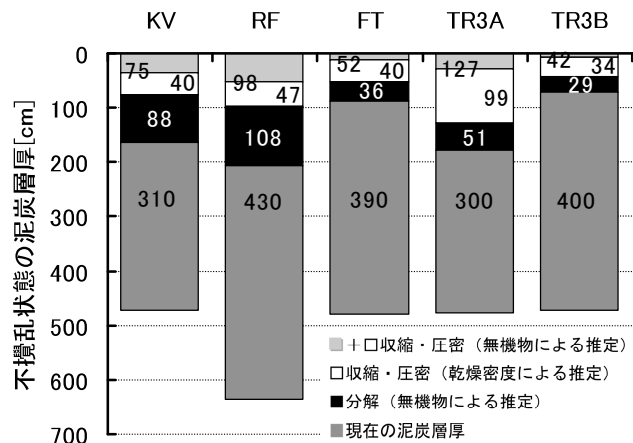


図 1 沈下要因の割合
Fig.1 Subsidence and its factors

(2) 地盤沈下の要因の推定 (図 1)

地下水位は概ね上層 150cm で変動していること、150cm 以深の各項目の値があまり変化しないことから、150cm 以深の層への分解、収縮・圧密の影響は比較的少ないと考え、沈下は 150cm より上層で生じていると仮定した。また不攪乱状態では各地点で全層一様に泥炭が堆積するものと仮定し、各地点の深さ 150cm 以深から基底層付近までを不攪乱状態の基準層とした。基準層と上層の実測値との比較から沈下要因を推定した。

1) 乾燥密度による推定 不攪乱状態では、地点ごとに全層で乾燥密度が一定であったと仮定した。基準層と比較した上層部の乾燥密度の増加割合から、収縮・圧密による沈下量を推定した。地点により 34.0~99.4cm となった。

2) 無機物による推定 不攪乱状態では全層で有機物含有率が一定であったと仮定した。有機物は分解されるが無機物は分解されないため、基準層と比較した上層の無機物含有率の増加から、分解により消失した泥炭層厚を推定した。推定値は 29.0~108.5cm となり、特に KV と RF で分解による沈下が大きいという結果になった。さらに、不攪乱状態での単位体積あたり無機物量は分解、収縮・圧密のいずれでも増加するため、乾燥密度を全層で一定と仮定し、無機物量も一定とすれば、無機物量の増加割合で不攪乱状態からの全沈下量が推定できる。その結果は 71.3~206.8cm となった。また全沈下量から分解による沈下量を差し引いて収縮・圧密による沈下量とすると、その値は 42.3~127.0cm となった。

4. まとめ

全沈下量は農地化した KV, 森林火災跡地の RF および火災頻度の多い TR3A で大きく、火災の起きていない FT と火災頻度の少ない TR3B で小さかった。分解による沈下が大きかったのは KV, RF であった。TR3A では収縮・圧密による沈下の割合が大きく、これは泥炭がゆるく堆積し、圧密が起こりやすい状態だったと考えられる。大排水路から 150m の RF と 360m の FT では、収縮・圧密による沈下は同程度か RF の方が大きい。収縮・圧密の最小値を用いたとき、分解が沈下に寄与した割合は KV, RF で 70%, FT と TR3B で 45%, 最も低い TR3B でも 34% となる。これより、分解により消失した炭素量は 16.7~82.2[kgC・m⁻²]と算出された。農地化や排水など人為的攪乱の程度が著しいと全沈下量も大きくなる傾向があり、特に排水や泥炭火災は分解と強い関係があると考えられる。

本報告は日本学術振興会科学技術研究費の助成を受けて実施した研究成果の一部である。