

金華山における土壤酸性化の特性評価と現地ライミングの試み

大同工業大学大学院 学生会員 阪根 一輝
 大同工業大学 正会員 堀内 将人

1. はじめに

1-1 目的 当研究室では5年前より、環境省の酸性雨調査対象地⁽¹⁾の一つである岐阜県伊自良湖周辺土壤の酸性化と樹木の立ち枯れとの関連について調査分析を行っている。さらに3年前より金華山を調査対象に加えた。本研究では2003年度に伊自良湖、金華山における土壤調査を継続するとともに、緩衝曲線法を踏まえた現地土壤の中和石灰処理(ライミング)を実施した結果を報告する。

1-2 金華山の概要 図1 金華山は標高328.9mで、岐阜市内を貫流する長良川の南岸に位置する。植生は約

60%が椎型の常緑広葉樹で、20ヘクタールは国有林として管理されている。母岩は伊自良湖周辺と同様にチャートで構成されており、表層土壤は非常に薄い。平成12年あたりから樹木の立ち枯れが目立ちはじめ、市民やマスコミ等から金華山の景観や将来を危惧する声が強くなっている。

2. 土壤採取地点及び採取方法 2003年7月4日～10月16日の間6回に渡って金華山および伊自良湖周辺の土壤を採取した。金華山の採取地点は図1に示している。ライミング地点の上層(0～5cm)中層(5～10cm)下層(10～15cm)の3層にて行った。

3. 分析項目および分析方法 分析項目は、pH(H₂O、KCl)、間隙水 pH、交換性陽イオン、間隙水陽イオン、間隙水陰イオン、水溶性陽イオン、水溶性陰イオン、CEC(陽イオン交換容量)、塩基飽和度である。分析イオンは、陽イオンがNH₄⁺、K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Al³⁺、Fe³⁺の7項目、陰イオンがNO₃⁻、SO₄²⁻、Cl⁻の3項目である。陽・陰イオン濃度は、Al³⁺を除き原子吸光分析器(Shimadzu、AA-6200)および下島研究室所有のイオンクロマト分析器(YOKOGAWA、IC-7000)により定量した。Al³⁺については京都大学原子炉実験所所有のICP質量分析器(YOKOGAWA、HP-4500)により定量した。

4. 分析結果及び考察 土壤の化学的特性を表1に示す。表中の樹木衰退度はドイツでの分類に習い、値が大きいほど衰退が激しく、完全枯損を4としている。



図1 土壤採取地点(金華山)

表1 土壤の化学的特性

採取 エリア	地点 番号	土層層	間隙 水	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	交換性陽イオン(mmol(+)/kg)							CEC (cmol(+)/kg)	塩基飽和度 (Ca+Mg) /Al			衰退度
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	BS(%)		(Ca+Mg) /Al	(Ca+Mg+K) /Al		
馬の背	O層	3.8	3.37	2.96	16.9	7.70	4.29	0.563	1.40	17.0	822	3.6	1.4	1.7	1		
		A層	4.0	3.49	3.20	1.38	2.82	2.46	1.06	1.28	26.6	858	0.9	0.2	0.3	1	
		O層	3.6	3.16	2.68	23.1	9.08	5.29	1.35	0.782	4.55	224	17.3	7.1	8.2	4	
		A層	3.7	3.32	2.86	1.46	3.77	3.44	0.848	1.11	11.1	625	1.5	0.5	0.8	4	
	長良川裏	O層	4.0	3.43	2.82	29.8	8.65	4.26	0.435	0.587	2.46	855	5.0	15.6	17.3	4	
		A層	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		O層	3.6	3.30	2.77	26.6	13.3	5.80	0.941	0.429	4.05	1173	4.0	9.9	11.3	0	
		A層	4.0	3.50	3.20	0.274	2.62	1.53	0.646	1.12	2.71	613	0.8	1.1	1.6	0	
	七曲	O層	3.6	3.22	2.78	4.85	7.19	6.34	1.03	0.684	5.46	1395	1.4	2.2	3.4	1	
		A層	3.7	3.60	3.12	0.203	2.10	1.90	0.614	0.810	10.5	511	0.9	0.2	0.4	1	
		O層	3.5	3.62	2.69	4.09	14.4	13.2	2.03	0.306	2.15	1003	3.4	8.6	14.8	1	
		A層	4.3	4.16	3.63	-	1.59	2.72	0.506	0.532	14.8	260	1.9	0.1	0.3	1	
伊自良湖	O層	-	3.30	2.58	2.88	3.24	2.82	1.20	0.739	2.37	505	2.0	2.6	3.8	1~2		
	A層	-	3.88	3.24	1.08	1.20	0.930	0.482	0.300	1.77	132	2.8	1.3	1.8	1~2		
	O層	3.6	3.55	2.75	34.2	18.9	10.9	1.74	0.924	2.96	1492	4.4	17.9	21.6	0		
	A層	4.4	3.87	3.25	0.824	2.21	3.79	0.461	0.424	8.26	251	2.9	0.4	0.8	0		
伊自良湖	O層	4.1	3.98	3.27	6.07	7.40	6.86	1.21	0.874	4.96	529	4.1	2.7	4.1	0		
	A層	4.5	4.25	3.76	-	1.49	5.94	0.542	0.449	11.9	224	3.6	0.1	0.6	0		
	O層	4.1	4.16	3.49	3.79	5.60	6.16	0.927	0.495	7.31	632	2.6	1.3	2.1	0		
	A層	4.3	4.43	3.75	-	2.53	4.45	0.543	0.239	19.6	488	1.5	0.1	0.4	0		
伊自良湖	O層	3.7	3.64	2.88	12.3	10.3	12.4	1.97	1.17	5.42	888	4.2	4.2	6.4	0		
	A層	4.6	4.13	3.64	1.07	1.16	2.26	0.600	0.103	2.63	240	2.1	0.8	1.7	0		
	O層	4.2	3.66	2.92	22.9	10.0	3.13	1.26	0.736	5.25	718	5.2	6.3	6.9	1		
	A層	4.5	3.99	3.43	2.72	2.31	1.53	0.481	0.197	4.67	223	3.2	1.1	1.4	1		
伊自良湖	O層	3.9	3.52	2.61	15.5	13.5	3.42	0.954	0.325	2.78	631	5.3	10.4	11.7	1		
	A層	4.2	3.86	3.05	0.346	2.86	1.96	0.566	0.709	12.1	359	1.6	0.3	0.4	1		

上下深さ [(0~5)[cm]or(10~15)[cm]]

[- 採取不可]

はドイツでの分類に習い、値が大きいほど衰退が激しく、完全枯損を4としている。pH表1より昨年の調査と同様、間隙水 pH、pH(H₂O)ともにすべての地点で pH4 前後を

キーワード 樹木衰退、土壤酸性化、現地ライミング、アルミニウム毒性

連絡先 大同工業大学大学院 工学研究科建設工学専攻 阪根一輝 TEL(052)612-5571

示し、土壌が強く酸性化していることがわかる。衰退度が4（完全故損）の地点は0層A層ともに、pHが低いことが特徴である。交換性陽イオン表1より交換性Ca、Mg濃度は有機分の多い0層が高く、A層に関してはすべての地点において低い値を示している。植物の根に対して毒性を示すAl³⁺に関しては、昨年度（金華山で平均9.5mmol(+)/kg）に比べて今年度の金華山エリアの方がは平均7.11mmol(+)/kgと低い値を示した。伊自良湖では、平均6.19mmol(+)/kgであり、過去の調査⁽²⁾よりも低い値を示した。樹木の根に対して毒性を示す指標として(Ca+Mg)/Al³⁺<1⁽³⁾がある。地点を除き、その他の地点のA層において(Ca+Mg)/Alは1以下で0に近い値を示した。Sverdrup & De Vriesらが提案している(Ca+Mg+K)/Al<1という指標でも、これらの地点のA層で1以下という低い値を示した。樹木は栄養や水分を主としてA層から取り込むため、この結果は重要に受け止めなければならない。

5. 現地ライミングによる土壌中和 5-1ライミング⁽⁴⁾ 山道に近く平坦で、人目に触れにくい場所であることを優先させライミングエリア(1.6 m²)を選定した。中和剤には3種類の石灰（炭酸カルシウム、酸化カルシウム、水酸化カルシウム）を採用した。各々の石灰の添加量は緩衝曲線により求めた（表2）。栄養塩として石灰と等モル量のMgSO₄、KClを表2の通りに秤取して精製水に溶かし均等に表面散布した。ライミング開始から1週目、2週目、4週目、8週目にライミング地点の土壌採取を行った（継続中）。採取した土壌は超高速遠心分離器（佐久間製作所50A-IVD）によって間隙水を搾り取り、間隙水pHと間隙水中陽陰イオン濃度(8週目を除く)を分析した。

5-2 分析結果および考察 間隙水 pH 図3よりライミング後は、1週目から2週目にかけてA層の間隙水pHが一時的に低下している。このpH低下に関しては、施用した多量のCa, Mg, Kが土壌に吸着していたH⁺と交換したためではないかと推察される。0層とA層ともに2週間目以降は順調な回復が見られる。

間隙水陽イオン 炭酸カルシウム施用地の0層A層ともに1週目から2週目にかけて濃度が下がっている。原因としては、添加した栄養塩のうち過度の養分が林内雨によって下方に流出したためではないかと示唆される。0層は有機層であり、Ca, Mgは徐々に1週目の濃度に近づく傾向がある。A層も0層と同じように、2週目に濃度が低下するものの、4週目には1週目より濃度が上昇していることがわかる。KについてはCaやMgほどではないが徐々に回復傾向が見られた。

6. おわりに

- (1) 馬の背登山道の中でも衰退度4の地点は、間隙水pH, pH(H₂O, KCl)ともに非常に低い。
- (2) 現地でライミングを実施した結果、間隙水pH, Ca, Mgのいずれも回復傾向にある。
- (3) 樹木の衰退度と土壌酸性化との間に、明確な関連性を指摘することはできなかった。ただし樹木の衰退度と各pHには相関性があると思われる。今後は長期にわたる継続調査と包括的な分析、考察が必要である。

参考文献 (1) 環境省 酸性雨対策検討会：第4次酸性雨対策調査取りまとめ、2002.9 (2) 第23回 卒業論文集 大同工業大学都市環境デザイン学科、2003.3 (3) Verdrup, H. and W. De Vries, Water, Air, Soil Pollut, 72, 143-162, 1994 (4) 堀内将人(C)(2) 科学研究費 基盤研究 報告書 わが国における樹木衰退と土壌酸性化との関連性の評価と対策に関する研究 2000.3

謝辞 本研究の分析において協力していただいた京都大学原子炉実験所の福谷哲助手、大同工業大学の下島榮一教授、大同工業大学工学部4年生大島一朗氏、榎本哲平、竹内俊二氏、金華山の調査および現地ライミングにご協力していただいた岐阜森林管理署の岩塚伸人管理官、酒向篤憲係長に深謝の意を表します。

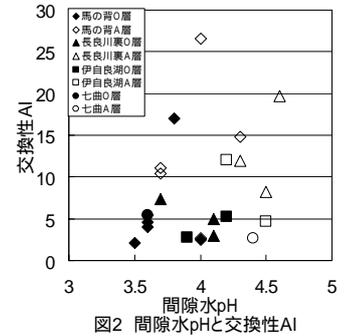


図2 間隙水pHと交換性Al

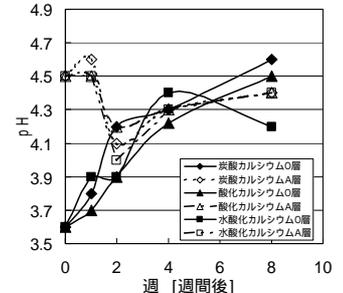


図3 ライミング後のpH変化

表2 ライミングエリアあたりの投入量(g)

	炭酸カルシウム	酸化カルシウム	水酸化カルシウム
投入量	1.9	1.4	1.7
MgSO ₄	4.7	6.2	5.7
KCl	1.4	1.4	1.7

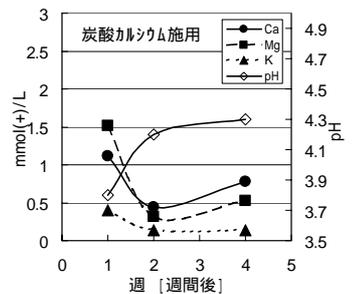


図4 ライミング後の間隙水水質変化0層

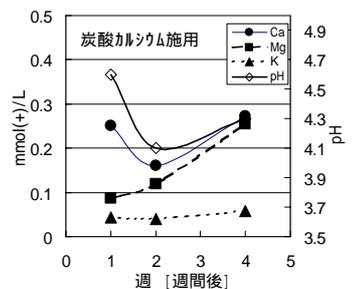


図5 ライミング後の間隙水水質変化A層