

丹沢、大山山系における森林土壌の化学性の現状

相原敬次, 武田麻由子
(大気環境部)

Note

Chemical Properties of Soil in Tanzawa-Ooyama mountains

Keiji AIHARA, Mayuko TAKEDA
(Air Quality Division)

キーワード：神奈川県、丹沢・大山、樹木枯損、土壌化学性、モニタリング

1. はじめに

近年、欧米における森林の衰退が酸性雨をはじめとする大気汚染によって引き起こされているということが問題となっている。わが国においても、関東地方や九州地方などで森林の衰退や樹木の枯損が1980年代後半から問題になっている。神奈川県においては、大山におけるモミや丹沢におけるブナの枯損など森林の衰退が顕著となっている。大山のモミの枯損については、神奈川県¹⁾が1991年から1993年にかけて、枯損の推移と大気汚染の実態について調査を実施した。その結果、大山におけるモミの枯損の原因は大気汚染によって影響を受けた樹木に害虫の大発生が追い打ちをかけた複合的なものであることを推定し、一応の結論をみている。一方、丹沢のブナの枯損については丹沢、大山地域の自然環境総合調査²⁾が1993年～1995年にかけて実施された。ブナの枯損の原因は、酸性霧や光化学オキシダントによる大気汚染の影響が考えられるとしている。しかし、樹木の老齢化、気候の温暖化や乾燥化、病虫害、気象自然災害、裸地化による下層植生の貧困化や酸性降下物による土壌の劣化などもその要因として挙げられ、いまだに結論には至っていない。越地ら³⁾はこの山系におけるブナを中心とした樹木の枯損がなお進行中であるとしている。森林の衰退や樹木の枯損の進行は草本の植物に比較して遅々としており、また生育環境の基本をなす土壌についても短期間ではその変化は把握が困難である。土壌の劣化、とりわけその化学性は酸性降下物による影響のみにとどまらず、気候の温暖化や乾燥化とも関係している。森林の衰退や樹木の枯損の原因や機構を解明する上で、土壌の現状とその推移を把握するためのモニタリングは不可欠である。

これまで、丹沢・大山山系の土壌の化学性の状況については、1988年から1991年にかけて神奈川県¹⁾によって森林の衰退との関わりから調査が実施されている。今回、丹沢・大山山系の5地点を定点として1994年から1999年の間に、土壌の化学性について調査を2回実施し、過去に行われた調査結果と比較検討することによりその現状と推移についてとりまとめた。

2. 調査方法

2. 1 調査地域および調査地点

調査地域である丹沢・大山山系は、神奈川県の北西部の山間地であり、この地域の東端に位置する大山(標高1200m)や山地の中央部をしめる塔ヶ岳(同1490m)、丹沢山(同1587m)、蛭ヶ岳(同1672m)、檜洞丸(同1600m)および西方の県境地域の三国山、菰釣山、大室山等の峰がちな複雑な山容を呈している。丹沢・大山山系を構成する地層である丹沢層群は、中新世のグリーンタフ変動期における海底火山に由来する火山砕屑物を主とし、一部に砂岩、泥岩の地層がある。地質は南部フォッサマグナ地域に位置し、新第三紀の火山岩と火山砕屑岩からなっている⁴⁾。この地域の森林はスギ、ヒノキの人工林が多く分布しているが、山頂、尾根筋から山腹にかけての地域には多くの自然林を残している。この地域の森林土壌は褐色森林土が大半を占めており、次いで富士火山灰を由来とする黒ボク土やその他一部に岩屑土、未熟土が分布している⁴⁾。今回の調査地点は過去に調査された地点を考慮し、見晴台、大山、札掛、丹沢山および檜洞丸の5地点を選定し、その調査地点の位置を図1にまたその概要を表1に示した。地形的には見晴台が尾根筋、丹沢山およ

表2 丹沢・大山山系における土壌pH

地点No.	地点名	調査年	試料数	表層		次層	
①	見晴台	1994	5	5.3	(±0.2) a	5.8	(±0.2) b
②	大山	1994	5	5.8	(±0.3) b	5.7	(±0.4) b
③	札掛	1994	5	5.8	(±0.2) b	6.0	(±0.2) b
④	丹沢山	1995	3	4.8	(±1.2) a	5.2	(±0.8) a
⑤	檜洞丸	1995	5	5.0	(±0.2) a	4.9	(±0.3) a
①	見晴台	1997	5	6.0	(±0.3) b *	6.3	(±0.3) b *
②	大山	1997	5	6.1	(±0.3) b *	6.3	(±0.3) b *
③	札掛	1997	5	6.5	(±0.1) c *	6.6	(±0.1) b *
④	丹沢山	1998	3	5.5	(±0.4) a	5.9	(±0.5) a *
⑤	檜洞丸	1999	6	5.5	(±0.2) a *	5.8	(±0.2) a *
	平均	1994 ~1995	23	5.4	(±0.2)	5.6	(±0.2)
	平均	1997 ~1999	24	5.9	(±0.2)	6.2	(±0.2) *

表中()内の値は平均値の95%信頼値を示す。

表中*印は同地点、同層位において5%の危険率で調査年度間の有意差があることを示す。

表中の値に付した同アルファベット文字は、同層位、同年度においてTurkeyの多重比較検定により5%の危険率で地点間に有意差がないことを示す。

付表2 土壌pHの参考値

地点	年度	出典資料	表層	次層
見晴台	1988	1)	5.6	6.0
見晴台	1991	1)	5.8	6.0
大山	1988	1)	5.6	5.9
大山	1991	1)	6.0	6.2
札掛	1988	1)	5.7	6.0
札掛	1991	1)	6.3	6.4
丹沢山	1991	1)	4.9	5.1
檜洞丸	1991	1)	5.0	5.5
褐色森林土 (全国平均)	1993 ~1997	7)	5.1	5.0
黒ボク土 (全国平均)	1993 ~1997	7)	5.5	5.6

採取した試料は実験室に持ち帰り、試料トレーに広げ、枯れ枝や小石等を取り除き風乾した。風乾した土壌を非金属性の2mmのフルイを通し、土壌分析用の風乾細土試料とした。土壌の分析は、常法(「土壌標準分析・測定法」⁵⁾および「土壌養分分析法」⁶⁾に従って実施した。分析は、土壌pH、陽イオン交換容量(CEC)、交換性陽イオン(カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム)および交換性アルミニウムの項目について実施した。なお、土壌pHは未風乾の土壌について実施し、塩基飽和度は陽イオン交換容量に対する交換性陽イオンの割合を算出して求めた。

3. 調査結果

3.1 土壌pH

土壌pHの結果を表2に示した。値は、pH4.8(1995年丹沢山の表層)からpH6.6(1997年札掛

の次層)の範囲にあった。平均でみると1994年~1995年がpH5.4(表層)、pH5.6(次層)、1997年~1999年がpH5.9(表層)、pH6.2(次層)であった。層位でみると表層は次層に比較してpHが低い傾向が認められた。また、1997年~1999年の調査は1994年~1995年の調査に比較してpHが上昇している傾向が認められ、平均値では次層について調査年度間に有意差が認められた。

地点間では、1994年~1995年の場合、丹沢山の表層のpH4.8や檜洞丸の次層のpH4.9が低く、大山の表層のpH5.8や札掛の次層のpH6.0が高かった。この傾向は1997年~1999年の調査でも同様であった。

今回の結果を付表2に示した参考値^{1)~7)}と比較すると、丹沢山や檜洞丸が低く大山や札掛が高い傾向を示す地点間の特徴については今回と同様であった。しかし丹沢山や檜洞丸は全国的な褐色森

林土の平均値と比較すれば同程度であり、丹沢・大山山系の土壌 pH は概して酸性の程度は小さいものと考えられた。

3. 2 土壌の陽イオン交換容量

陽イオン交換容量の結果を表3に示した。値は、7.7 cmol(+)/kg⁻¹ (1997年見晴台の次層) から35.7 cmol(+)/kg⁻¹ (1995年檜洞丸の表層) までの範囲にあった。平均でみると1994年～1995年が27.3 cmol(+)/kg⁻¹ (表層)、17.9 cmol(+)/kg⁻¹ (次層) であり、1997年～1999年が21.9 cmol(+)/kg⁻¹

(表層)、16.2 cmol(+)/kg⁻¹ (次層) と、いずれも表層は次層に比較して高い傾向を示した。年度間では1994年～1995年に比較して1997年～1999年にはいずれも低くなる傾向が認められ、表層では有意に低くなった。地点間では、見晴台や大山が他の地点に比較して低く、この傾向は1997年～1999年の調査ではとりわけ顕著であった。

付表3に示した参考値をみると、見晴台や大山は過去の値に比較して低くなってきている傾向が示され、今回の結果は褐色森林土や黒ボク土の全国平均値と比較しても低かった。

表3 丹沢・大山山系における土壌の陽イオン交換容量 (単位: cmol(+)/kg⁻¹)

地点No.	地点	調査年	試料数	表層	次層
①	見晴台	1994	5	18.6 (±3.9) a	10.0 (±2.1) a
②	大山	1994	5	23.7 (±7.1) ab	14.6 (±6.9) ab
③	札掛	1994	5	31.6 (±11.2) bc	18.1 (±3.4) b
④	丹沢山	1995	3	26.6 (±18.6) abc	21.6 (±14.7) bc
⑤	檜洞丸	1995	5	35.7 (±4.1) c	26.5 (±5.0) c
①	見晴台	1997	5	14.8 (±1.7) a *	7.7 (±2.0) a
②	大山	1997	5	15.1 (±4.4) a *	9.4 (±3.1) a
③	札掛	1997	5	23.8 (±7.9) b	24.9 (±5.7) c *
④	丹沢山	1998	3	29.7 (±6.5) b	20.5 (±6.9) b
⑤	檜洞丸	1999	6	27.9 (±4.4) b	19.6 (±1.7) bc *
	平均	1994 ～1995	23	27.3 (±3.6)	17.9 (±3.0)
	平均	1997 ～1999	23	21.9 (±3.1) *	16.2 (±3.1)

表中()内の値は平均値の95%信頼値を示す。

表中*印は同地点、同層位において5%の危険率で調査年度間の有意差があることを示す。

表中の値に付した同アルファベット文字は、同層位、同年度においてTurkeyの多重比較検定により5%の危険率で地点間に有意差がないことを示す。

付表3 陽イオン交換容量の参考値 (単位: cmol(+)/kg⁻¹)

地点	調査年	出典資料	表層	次層
見晴台	1988	1)	28.9	18.4
見晴台	1991	1)	17.8	11.7
大山	1988	1)	25	18.6
大山	1991	1)	25.4	21.4
札掛	1988	1)	24	21.2
札掛	1991	1)	36	22.9
丹沢山	1991	1)	18.2	13.9
檜洞丸	1991	1)	20.7	22.4
褐色森林土 (全国平均)	1993 ～1997	7)	30.4	22.2
黒ボク土 (全国平均)	1993 ～1997	7)	31.5	23.1

表4 丹沢・大山山系における土壌の交換性陽イオン (単位: $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$)

地点No.	地点	調査年	試料数	表層				次層			
				交換性カルシウム	交換性マグネシウム	交換性カリウム	交換性ナトリウム	交換性カルシウム	交換性マグネシウム	交換性カリウム	交換性ナトリウム
①	見晴台	1994	5	5.4 (± 1.9)a	1.0 (± 0.5)a	0.2 (± 0.0)a	0.1 (± 0.0)a	3.6 (± 0.5)ab	0.7 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)a	0.0 (± 0.0)a
②	大山	1994	5	13.5 (± 6.3)ab	1.6 (± 0.6)a	0.3 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)a	6.7 (± 2.8)bc	1.0 (± 0.5)ab	0.1 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)a
③	札掛	1994	5	18.8 (± 10.5)b	2.2 (± 1.0)b	0.3 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)a	9.2 (± 2.4)c	1.4 (± 0.4)b	0.1 (± 0.0)a	0.1 (± 0.0)a
④	丹沢山	1995	3	2.9 (± 4.2)a	0.8 (± 1.4)a	0.4 (± 0.9)ab	0.1 (± 0.1)a	1.8 (± 0.7)a	0.4 (± 0.3)a	0.1 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)a
⑤	檜洞丸	1995	5	13.1 (± 7.6)ab	2.2 (± 1.1)a	0.7 (± 0.4)b	0.1 (± 0.0)a	6.0 (± 3.7)abc	1.1 (± 0.6)ab	0.3 (± 0.1)b	0.1 (± 0.0)a
①	見晴台	1997	5	5.8 (± 0.9)a	1.0 (± 0.2)a	0.1 (± 0.0)a*	0.0 (± 0.0)a	3.5 (± 1.0)a	0.6 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)a	0.0 (± 0.0)a
②	大山	1997	5	6.2 (± 2.3)a*	1.1 (± 0.3)a	0.1 (± 0.0)a*	0.1 (± 0.0)a	3.9 (± 1.7)a*	0.7 (± 0.3)a	0.1 (± 0.0)a*	0.1 (± 0.0)b
③	札掛	1997	5	12.7 (± 4.4)b	1.7 (± 0.4)a	0.1 (± 0.0)a*	0.1 (± 0.0)a	9.6 (± 1.5)b	1.6 (± 0.1)b	0.1 (± 0.1)a	0.1 (± 0.0)b*
④	丹沢山	1998	3	7.2 (± 10.3)ab	1.5 (± 1.7)a	0.3 (± 0.2)a	0.1 (± 0.0)a	2.4 (± 0.7)a	0.4 (± 0.1)a	0.2 (± 0.2)a	0.1 (± 0.1)b
⑤	檜洞丸	1999	6	8.2 (± 4.8)ab*	1.4 (± 0.8)a	0.4 (± 0.4)a	0.0 (± 0.0)a*	4.5 (± 2.3)a	0.8 (± 0.4)a	0.1 (± 0.1)a*	0.0 (± 0.0)a*
	平均	1994 ~1995	23	11.4 (± 3.3)	1.6 (± 0.4)	0.4 (± 0.1)	0.1 (± 0.0)	5.8 (± 1.3)	1.0 (± 0.2)	0.2 (± 0.0)	0.1 (± 0.0)
	平均	1997 ~1999	24	8.1 (± 1.7)	1.3 (± 0.2)	0.2 (± 0.1)	0.1 (± 0.0)	5.0 (± 1.2)	0.9 (± 0.2)	0.1 (± 0.0)	0.1 (± 0.0)

表中()内の値は平均値の95%信頼値を示す。

表中*印は同地点、同層位において5%の危険率で調査年度間の有意差があることを示す。

表中の値に付した同アルファベット文字は、同層位、同年度においてTurkeyの多重比較検定により5%の危険率で地点間に有意差がないことを示す。

付表4 交換性陽イオンの参考値 (単位: $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$)

地点	調査年	出典資料	表層				次層			
			交換性カルシウム	交換性マグネシウム	交換性カリウム	交換性ナトリウム	交換性カルシウム	交換性マグネシウム	交換性カリウム	交換性ナトリウム
見晴台	1988	1)	10.2	2.1	0.5	0.2	6.7	1.7	0.4	0.1
見晴台	1991	1)	4.3	1.0	0.2	0.2	3.5	0.8	0.1	0.2
大山	1988	1)	10.2	1.5	0.4	0.1	6.8	1.0	0.2	0.2
大山	1991	1)	8.6	1.3	0.3	0.1	5.7	1.0	0.2	0.1
札掛	1988	1)	7.6	1.3	0.4	0.2	6.8	1.6	0.2	0.3
札掛	1991	1)	16.8	2.8	0.4	0.1	8.9	1.7	0.2	0.1
丹沢山	1991	1)	1.8	0.5	0.4	0.3	1.8	0.3	0.3	0.3
檜洞丸	1991	1)	3.8	0.6	0.3	0.5	3.8	0.6	0.1	0.1
褐色森林土 (全国平均)	1993 ~1997	7)	6.9	3.5	---	---	1.1	0.8	---	---
黒ボク土 (全国平均)	1993 ~1997	7)	6.5	3.4	---	---	3.2	1.8	---	---

3.3 土壌の交換性陽イオン

交換性陽イオンの結果を表4に示した。各交換性陽イオンの値は、交換性カルシウムが1.8 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (1995年丹沢山の次層) から18.8 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (1994年札掛の表層)、交換性マグネシウムが0.4 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (1995年丹沢山の次層) から2.2 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (1994年札掛の表層および1995年檜洞丸の表層)、交換性カリウムが0.1 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (1994年大山の次層他3地点) から0.7 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (1995年檜洞丸の表層) の範囲であった。また交換性ナトリウムについてはいずれも0.0あるいは0.1 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ と低かった。いずれの調査地点においても交換性陽イオンは交換性カルシウムおよび交換性マグネシウムの割合が高かった。

平均値では、1994年~1995年は交換性カルシウ

ムが11.4 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (表層)、5.8 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (次層)、交換性マグネシウムが1.6 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (表層)、1.0 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (次層) であった。また、1997年~1999年は交換性カルシウムが8.1 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (表層)、5.0 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (次層)、交換性マグネシウムが1.3 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (表層)、0.1 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (次層) で、いずれも表層は次層に比較して高かった。年度間では、1997年~1999年は大山 (表層、次層) や檜洞丸 (表層) が交換性カルシウムが有意に低くなっており、交換性マグネシウムについても同様に低くなる傾向を示した。地点間では、丹沢山や見晴台は交換性カルシウムおよび交換性マグネシウムとも他の地点に比較して低い傾向であった。

付表4に示した参考値をみると、丹沢山および見晴台 (1991年) では過去においても今回と同様

に他の地点に比較して交換性カルシウムや交換性マグネシウムが低い傾向が認められ、全国平均値と比較しても同程度か若干低い傾向であった。なお、他の地点については、全国平均値に比較して交換性マグネシウムは低い傾向にあるものの、交換性カルシウムは高い傾向であった。

3. 4 土壌の塩基飽和度

塩基飽和度の結果を表5に示した。値は、11.3%（1995年丹沢山の次層）から65.7%（1995年大山の表層）の範囲にあった。平均では1994年～1995年が47.7%（表層）、42.4%（次層）、1997年

～1999年が45.2%（表層）、40.4%（次層）であり、次層は表層に比較して低かった。年度間では1997年～1999年が概して低くなる傾向があるものの、見晴台については表層、次層とも有意に高くなった。地点間では、丹沢山や檜洞丸が他の地点に比較して低いことが特徴であった。

付表5に示した参考値¹⁾をみると、丹沢山や檜洞丸では今回の結果と同様に低い傾向であるものの、他の地点については全国平均値に比較して高い傾向を示した。

表5 丹沢・大山山系における土壌の塩基飽和度（単位：%）

地点No.	地点	調査年	試料数	表層	次層
①	見晴台	1994	5	35.5 (±9.2) ab	44.9 (±4.6) bc
②	大山	1994	5	65.2 (±16.3) c	56.2 (±14.0) c
③	札掛	1994	5	65.7 (±12.8) c	59.0 (±8.6) c
④	丹沢山	1995	3	15.0 (±21.6) a	11.3 (±3.9) a
⑤	檜洞丸	1995	5	43.8 (±19.9) bc	28.4 (±17.1) ab
①	見晴台	1997	5	47.6 (±6.9) ab *	54.8 (±10.9) b *
②	大山	1997	5	48.4 (±5.1) ab *	50.1 (±10.2) b
③	札掛	1997	5	61.3 (±3.4) b	46.9 (±10.2) b *
④	丹沢山	1998	3	30.3 (±36.9) a	15.0 (±5.1) a
⑤	檜洞丸	1999	6	34.7 (±16.0) a	27.8 (±12.7) a
	平均	1994 ～1995	23	47.7 (±9.1)	42.4 (±8.1)
	平均	1997 ～1999	23	45.2 (±5.9)	40.4 (±6.9)

表中()内の値は平均値の95%信頼値を示す。

表中*印は同地点、同層位において5%の危険率で調査年度間の有意差があることを示す。

表中の値に付した同アルファベット文字は、同層位、同年度においてTurkeyの多重比較検定により5%の危険率で地点間に有意差がないことを示す。

付表5 塩基飽和度の参考値（単位：%）

地点	調査年	出典資料	表層	次層
見晴台	1988	1)	44.8	48.7
見晴台	1991	1)	31.6	39.5
大山	1988	1)	49.1	43.9
大山	1991	1)	40.3	32.5
札掛	1988	1)	39.4	42.2
札掛	1991	1)	53.9	47.5
丹沢山	1991	1)	16.2	19.6
檜洞丸	1991	1)	25.5	20.6
褐色森林土 (全国平均)	1993 ～1997	7)	29.5	21.6
黒ボク土 (全国平均)	1993 ～1997	7)	35.9	28.5

表6 丹沢・大山山系における土壌の交換性アルミニウム (単位: $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$)

地点No.	地点	調査年	試料数	表層	次層
①	見晴台	1994	5	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a
②	大山	1994	5	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a
③	札掛	1994	5	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a
④	丹沢山	1995	3	0.7 (± 1.9) b	0.1 (± 0.3) ab
⑤	檜洞丸	1995	5	0.3 (± 0.4) ab	0.3 (± 0.3) b
①	見晴台	1997	5	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a
②	大山	1997	5	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a
③	札掛	1997	5	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a
④	丹沢山	1998	3	0.0 (± 0.1) a	0.0 (± 0.0) a
⑤	檜洞丸	1999	6	0.0 (± 0.0) a	0.0 (± 0.0) a *
	平均	1994 ~1995	23	0.2 (± 0.2) a	0.1 (± 0.1) a
	平均	1997 ~1999	24	0.0 (± 0.0) a *	0.0 (± 0.0) a *

表中()内の値は平均値の95%信頼値を示す。

表中*印は同地点、同層位において5%の危険率で調査年度間の有意差があることを示す。

表中の値に付した同アルファベット文字は、同層位、同年度においてTurkeyの多重比較検定により5%の危険率で地点間に有意差がないことを示す。

付表6 交換性アルミニウムの参考値 (単位: $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$)

地点	出典資料	調査年	表層	次層
見晴台	1)	1988	0.2	0.1
見晴台	1)	1991	0.2	0.1
大山	1)	1988	0.2	0.2
大山	1)	1991	1.4	0.1
札掛	1)	1988	0.2	0.1
札掛	1)	1991	0.1	0.1
丹沢山	1)	1991	4.16	2.22
檜洞丸	1)	1991	2.33	0.52
褐色森林土 (全国平均)	7)	1993 ~1997	3.8	4.3
黒ボク土 (全国平均)	7)	1993 ~1997	1.4	1.7

3. 5 交換性アルミニウム

交換性アルミニウムの結果を表6に示した。交換性アルミニウムは、丹沢山(1995年表層)の $0.7 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ および檜洞丸(1995年表層、次層)の $0.3 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ 値が示されたのみであり、その他の地点やその後の1997年~1999年の調査では検出されなかった。

付表6に示した参考値をみると、過去の結果においては値は低いものの、いずれの地点も $0.1 \text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ 以上の交換性アルミニウムの値が示されており、経年的には低くなる傾向が認められた。とりわけ丹沢山や檜洞丸は今回と同様に他

の地点に比較して値が高く、しかも全国平均値とほぼ同程度の値であったことが認められた。

4. 考察

土壌は陸地の表面の多くをおおっている自然物で、その生成には母材、気候、生物、地形など多くの環境因子が関与し、時間とともに絶えず変化している。したがって環境因子の異なった場所には大なり小なりそれぞれの性質を持った土壌が存在している。世界的にみた日本の土壌は温暖、かつ湿潤な気候下で生成しており一般的には塩基分が失われ易く、酸性化している性質をもっている。

しかし細かくみれば気候的には南北に長く、地形的にも急峻な山地が多い日本の土壤の化学性は一方では多様でもある。

今回の調査結果を、わが国の褐色森林土や黒ボク土に照らし合わせると、丹沢・大山山系の平均的な土壤は、土壤pHや陽イオン交換容量の値に大きな違いは見られないものの、塩基飽和度や交換性カルシウムが高く、交換性マグネシウムや交換性アルミニウムが低い傾向にあることが特徴として示される。また調査地点の個々についてみると札掛を除くその他の地点では土壤の化学性が他地点に比較して劣っていると考えられる状況が認められている。すなわち、土壤pHは丹沢山と檜洞丸が低いこと、陽イオン交換容量は見晴台と大山が低いこと、交換性陽イオン（カルシウムとマグネシウム）は見晴台と丹沢山が低いこと、塩基飽和度は丹沢山と檜洞丸が低いこと、また交換性アルミニウムについては丹沢山と檜洞丸で値は低いものの存在すること、などである。これら各地点における土壤の化学性の値の状況は、過去に調査された結果¹⁾とほぼ同様であり、丹沢・大山山系における地点間の特徴に大きな変化は無かったものと考えられる。しかし過去の値や今回の1994年～1995年と1997年～1999年の2回の経年的な値からは土壤の化学性が若干変化している兆候が認められる。すなわち、土壤pHは酸性であるものが高くなる傾向にあり、それに伴い土壤酸性化により生成、増加するといわれている交換性アルミニウムについては検出されなくなっている。しかし、陽イオン交換容量、塩基飽和度、交換性カルシウムおよび交換性マグネシウムの値が低くなる傾向が認められ、地点によっては有意な差となって示されている。

これらのことから、丹沢・大山山系の土壤については土壤の酸性化の傾向は認められず、むしろやや上昇傾向にあることがわかる。しかし、土壤の養分や機能が減じる傾向が認められ、養分の需給バランスが変化してきていることを示唆しているものと考えられる。表層土壤と次層土壤の比較では表層土壤は土壤pHが低く、陽イオン交換容量、塩基飽和度および交換性塩基とも高い傾向が認められる。これは表層と次層の腐植の集積量等の違いが関与していることが推定される。

今回の結果を調査地点の地形との関係でみると、尾根筋や山頂の地形である見晴台や丹沢山、檜洞丸では土壤pH、陽イオン交換容量、交換性陽イオンおよび交換性塩基などの値が低い状況が認められる。これに対して山腹の斜面にある大山や札掛では、尾根筋や山頂の地点に比較して土壤の化学性は概して良好な状況にあることがわかる。こ

のことは山頂あるいは尾根筋の土壤は乾燥条件下にあり陽イオン成分も溶脱しやすく、山腹や谷筋の土壤に比較して一般的に土壤の化学性が劣っている状況と合致している。

樹木の枯損状況の関係でみると、丹沢山や檜洞丸のブナおよび大山のモミには枯損が顕著に認められる。これに対して、札掛のモミや見晴台のヒノキには枯損が見られないか、あっても顕著ではない状況にある。今回の結果からみれば樹木、とりわけブナの枯損が顕著な丹沢山や檜洞丸で土壤の化学性が劣っていることがわかる。しかし、山谷²⁾が調べた八甲田山等の東北地方のブナ林の土壤は陽イオン交換容量については比較的高いものの、土壤pHが3.7～4.9と低く、しかも交換性カルシウムが極めて少ない土壤が多い。このような土壤の条件にもかかわらずブナは正常に生育しているという。また、戸塚ら³⁾は檜洞丸のブナ衰退区とブナ健全区の土壤を調べ、衰退区は健全区に比較して土壤pHが高いものの水溶性のカリウム、カルシウムおよびマグネシウムの濃度が低いことを認めており、これはブナ枯損に伴う落葉・落枝の供給量減少の結果ではないかと推定している。

樹木の枯損の過程は種々の外的、内的な要因がお互いにつながりあっていると考えられる。今回の結果が早計、かつ単純に丹沢・大山山系における顕著な樹木（ブナ）枯損との関係に結びつかないが、今後の原因解明のための基礎資料のひとつになるものと考えられる。

5. まとめ

神奈川県丹沢・大山山系の樹木の枯損の原因のひとつとして懸念されている土壤の劣化について検討するため、この山系における土壤の化学性の現状と推移について調査した。調査は見晴台、大山、札掛、丹沢山および檜洞丸の5地点を設定し、1994年～1995年および1997年～1999年の2回の調査を経年的に実施した。なお、土壤の化学性は、土壤pH、陽イオン交換容量、交換性陽イオン、塩基飽和度および交換性アルミニウムについて調査した。これらの値から過去に行われた結果や全国的な値との比較、検討を行い、以下のことがわかった。

- (1) 丹沢・大山山系の土壤はわが国の平均的な褐色森林土や黒ボク土と比較して土壤pHや陽イオン交換容量の値に大きな違いは見られないものの、塩基飽和度や交換性カルシウムが高く、交換性マグネシウムや交換性アルミニウムが低い傾向にあることが特徴として示された。
- (2) 地点間の比較をした結果、一部の地点においては土壤の化学性が他の地点に比較して劣ってい

ることが確認された。すなわち、土壌pHについては丹沢山と檜洞丸であり、陽イオン交換容量については見晴台と大山であり、交換性陽イオンが丹沢山と見晴台であり、また塩基飽和度については丹沢山と檜洞丸であった。なお、交換性アルミニウムは丹沢山と檜洞丸において、値は低いものの若干存在していることが認められた。

(3) 丹沢・大山山系における過去の調査の値との比較をした結果、地点間の土壌の化学性の特徴については今回とほぼ同様であった。しかし経年的には、土壌pHの若干の上昇とともに、交換性アルミニウムが減じ土壌の酸性化が弱まる傾向が認められるものの、一方で陽イオン交換容量や交換性陽イオンの値が低くなる等、土壌の機能や養分の需給バランスに変化が生じてきている傾向が示唆された。

(4) 樹木（ブナ）の枯損の顕著な丹沢山と檜洞丸の状況についてみた結果、丹沢山は土壌pH、交換性陽イオン、および塩基飽和度が低く、また檜洞丸は土壌pHおよび塩基飽和度がそれぞれ低く、過去の結果と同様に土壌の化学性が劣っている状況が認められた。しかし、樹木の枯損の過程は種々の外的、内的な要因がお互いにつながりあっていると考えられ、今回の結果がただちに樹木（ブナ）枯損との関係に結びつかないが、今後の原因解明のための基礎資料のひとつになるものと考えた。

参考文献

- 1) 神奈川県環境部大気保全課:酸性雨に係る調査研究報告書, (1993)
- 2) 神奈川県:丹沢大山自然環境総合調査報告書, (1997)
- 3) 越地ら:丹沢山地における森林衰退の調査研究(1)、神奈川県森林研究所研究報告、No. 22, 7-18(1996)
- 4) 神奈川県:土地分類基本調査 秦野・山中湖, (1987)
- 5) 土壌標準分析・測定法委員会編:土壌標準分析・測定法, 博友社(東京)
- 6) 土壌養分測定法委員会編:土壌養分分析法、養賢堂(東京)
- 7) 環境庁酸性雨対策検討会:第3次酸性雨対策調査とりまとめ報告書(1999)
- 8) 山谷孝一:ブナ林土壌の分類、分布、146-157、ブナ林の自然環境と保全、ソフトサイエンス社(東京)
- 9) 戸塚ら:南斜面ブナ衰退地と北斜面ブナ健全地の大気汚染濃度および土壌の比較、丹沢大山自然環境総合調査報告書、93-96(1997)