

# 奈良県大和神社社寺林の樹木衰退と土壌化学性

伊藤和男\*, 奥田泰士\*\*, 西井由菜\*\*\*

Tree decline and soil chemistry at the grove of Oyamato shrine in Nara prefecture, Japan

Kazuo ITO\*, Yasushi OKUDA\*\*, Yuna NISHII\*\*\*

## 要旨

関西地域の社寺林の樹木衰退状況および社寺林土壌の化学性について調査を続けている。その結果多くの社寺林で衰退が観測され、その土壌は酸性化していた。ここでは、奈良県の古社の1つ、天理市の大和神社の社寺林について調査した。調査したスギ、ヒノキには強い衰退が観測されたが、コナラ、クスノキには、強い衰退がみられず、中程度または、軽度の衰退であった。またその土壌は、4樹種すべてにおいて、土壌pHが5.0以下を示し、健全な生長には不適切な程度の酸性土壌であった。また、スギ、ヒノキの土壌pHは、コナラ、クスノキと比べて、特に低い値を示した。また土壌中の栄養塩も少なかった。土壌の化学性の劣化が、衰退の原因の1つである可能性が考えられる。

**キーワード**：樹木衰退、土壌酸性化、奈良県、土壌pH、社寺林、鎮守の森

## 1. はじめに

社寺林とは、神社や寺院に付随して存在する森林で、鎮守の森または社叢とも呼ばれ、神聖な存在として長い間保護されてきた。そのため、都市部およびその近郊では、都市緑地として貴重な存在となっている。また歴史的価値、文化的価値を有し、さらには生物多様性の観点から生態学的価値も大きい。

しかし、日本各地の社寺林で、衰退が報告されている。例えば関東・甲信地方での梨本ほかの報告(1993)<sup>[1]</sup>では、調査した38地点のスギ社寺林のうち、26地点で衰退がみられた。また関西でも、京都市内2ヶ所の社寺林において、スギおよびヒノキの衰退が観測されている<sup>[2]</sup>。衰退の原因については、いろいろな考えが指摘されている。1つは土壌化学性の劣化(酸性化など)である。梨本ほか(1993)<sup>[1]</sup>は、関東・甲信地方のスギの衰退と土壌化学性の劣化、例えば、土壌pHの低下や交換性栄養塩の減少などに関係があることを指摘している。また Ito et al. (2011)<sup>[2]</sup>は、京都市の2ヶ所の社寺林において、スギ

およびヒノキの衰退原因として、土壌酸性化を指摘している。関西地域では、大阪府の社寺林において、衰退したシロブカガシの土壌が酸性化していることが示された<sup>[3]</sup>。さらに大阪府と和歌山県の境に位置する、国の天然記念物である和泉葛城山のブナ林の衰退原因として、土壌の酸性化が示唆されている<sup>[4]</sup>。世界遺産の奈良春日大社のスギにも衰退が見られ、その土壌の酸性化が観測されている<sup>[5]</sup>。また、奈良県の龍田大社および兵庫県の粟鹿神社のヒノキにも樹木衰退と土壌酸性化が観測された<sup>[6,7]</sup>。さらに、北米<sup>[8]</sup>およびヨーロッパ<sup>[9]</sup>の研究でも、土壌酸性化による樹木の衰退が指摘されている。

そこで、本研究では、奈良県の北中部に位置する天理市の格式のある古社、大和神社(オオヤマト)の社寺林について調査した。社伝によれば日本最古の神社の1つとされ、ちゃんちゃん祭りは県の文化財に指定されている<sup>[10]</sup>。調査は2006年に行われたが、測定したデータを詳細に再検討したところ、新しい知見が得られたのでここで報告する。

## 2. 調査地点および方法

### 2.1 調査地点

調査地点は、奈良盆地東端の天理市に位置している、大和(オオヤマト)神社の社寺林である。神社の社寺林は、約43haの広さがあり、標高は70mである。今回の調査では、図1に示した参道両側の樹木について調査を行った。参道両側は、スギ、ヒノキ、コナラ、クスノキ等

2023年9月1日 受理

\* 総合工学システム学科 環境物質化学コース 名誉教授  
(Dept. of Tech. Systems:Environmental & Materials Chemistry Course)

\*\* フジフィルム和光純薬株式会社  
(FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation)

\*\*\* パートタイマー

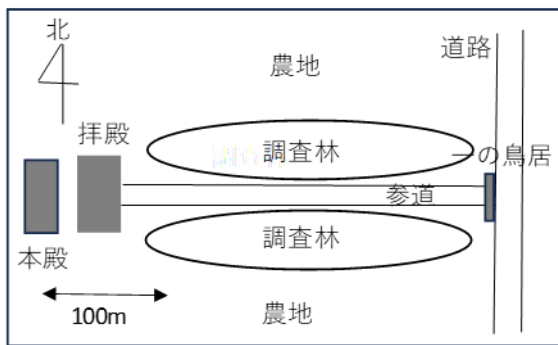


図1 調査地概略図

の混成林である。神社周辺は大部分が農地になっており、東側には狭い道路があり、道路に面して小さな集落がある。道路の交通量は少ない。土壌タイプは、土色調査<sup>[11]</sup>および森林土壌図<sup>[12]</sup>より褐色森林土と推定した。

## 2. 2 調査方法

調査は、参道北側の調査林から、スギ3本、ヒノキ3本を選び、また参道南側の調査林からはコナラ1本、クスノキ1本を、それぞれ無作為に選んだ。衰退指数は、以下のように決定した。衰退指数は、環境省の基準(葉量、樹皮の健全性、枝ぶり等より判断)<sup>[13]</sup>により、0.0~4.0の数値で求められるが、ここでは、有効数字1ケタの数値で表わした。衰退指数0は健全木、1は軽度の衰退、2は中程度の衰退、3は顕著な衰退、4は枯損木に相当する。

続いて、調査木の幹周辺の土壌を採取した。土壌採取は、調査木の幹から0.5mおよび1.0m離れた地点の土壌を、表面から0~20cmの深さの土壌と、20~40cmの深さの土壌を採取した。調査木1本につき4試料とした。土壌化学分析の前処理として、日本土壌肥料学会の方法<sup>[14]</sup>に従い最表層の落葉層、小石、根などを除去した。土壌pHも日本土壌肥料学会の方法に準じて<sup>[14]</sup>、乾燥土壌:水、を重量%で1:2.5として、pHメーター(堀場製作所)で測定した。交換性陽イオン(Ca, Mg, K)は、亀和田および柴田(1997)による、簡便法(Sr振とう法)により測定した<sup>[15]</sup>。陽イオンの測定は、原子吸光分析法(SHIMAZU AA-6200, 島津製作所)を用いた。なお、バックグラウンド補正によって、ストロンチウムの干渉を補正している。土壌:水、が重量%で1:1の水抽出液について、原子吸光法により陽イオンCa, Mg, Kの濃度を測定した。陰イオンはイオンクロマトグラフ(ICA-2000: TOA-DKK)により測定した。調査日は2006年6月である。

## 3. 結果および考察

### 3. 1 調査した4樹種の衰退状況および胸高直径

図2は、調査地でみられた衰退したスギ(衰退指数3)およびヒノキ(衰退指数3)の写真である。

大和神社の社寺林では、スギ、ヒノキに衰退木が多く観察された。一方、コナラ、クスノキには、衰退の激しい樹木は観察されなかった。調査木の、スギ、ヒノキ、コナラ、クスノキの衰退指数を図3に示した。黒丸は平均値、バーは最大、最小値である。スギは調査した3本とも衰退指数3であり、3本のヒノキは、それぞれ衰退指数2, 2, 4で、衰退が激しい。調査木のコナラは衰退指数1の軽度の衰退、クスノキは衰退指数2の中程度の衰退であった。調査した3本のスギの胸高直径は平均39.4cm、ヒノキは平均47.5cmであり、コナラは58.9cm、クスノキは48.7cmであった。

### 3. 2 4樹種の土壌pHと樹種による差異

調査した4樹種の幹周辺の土壌pHの測定結果を以下に示した。図4には、4樹種について、土壌試料すべての平均値を示した。スギの平均pHは4.2、ヒノキの平均pHは4.0、コナラの平均pHは4.8、クスノキの平均pHは4.8であった。針葉樹のスギ、ヒノキと広葉樹のコナラ、クスノキで、平均pHに明らかな違いが見られた。一般的樹木の生育に悪影響を与えない客土の基準pHは、



図2 調査したスギおよびヒノキの衰退木

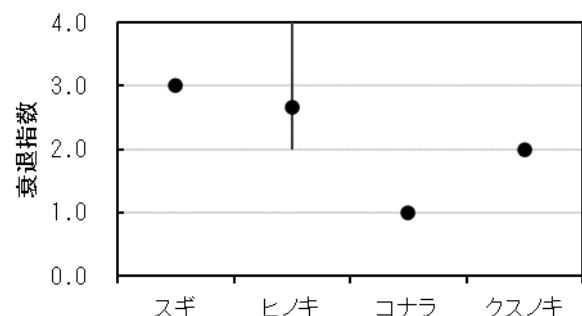


図3 調査した4樹種の衰退指数

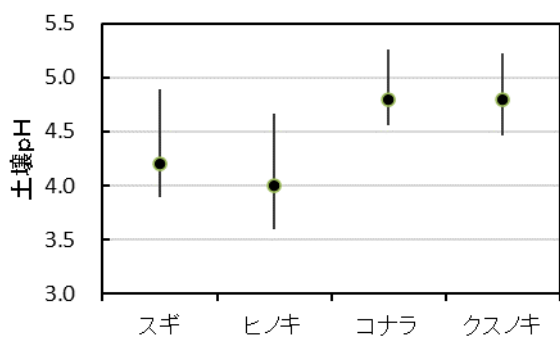


図4 4樹種の平均土壌pH

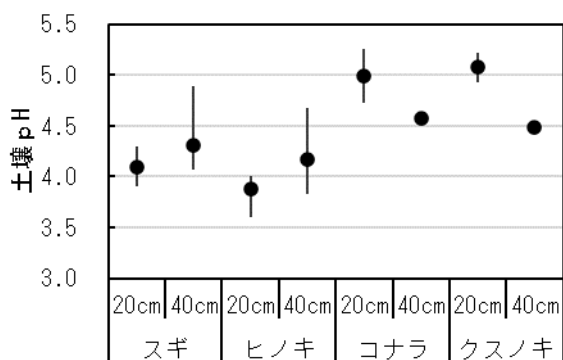


図5 土壌深さの違いによる土壌pH (0-20cm 土壌および20-40cm 土壌)

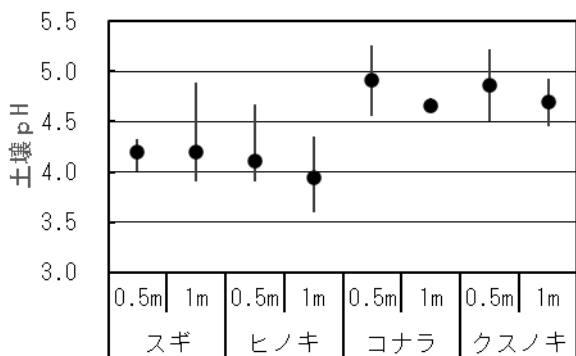


図6 幹からの距離の違いによる土壌pH

pH5~7 と規定されている<sup>[16]</sup>。4樹種とも、健全な生育に悪影響を及ぼすレベルの低いpHであり、酸性の強い土壤であった。特に衰退の強いスギ、ヒノキでは、よりpHが低く、酸性が強かった。

また図5は、表面からの深さの違いによる土壌pHの値を示した。表面から0-20cmの土壌と20-40cmの土壌のpHである。スギ、ヒノキでは、0-20cmの土壌の方が、より深い20-40cmの土壌よりpHが低くなった。一方、コナラ、クスノキでは、逆により深い20-40cmの土壌の方が低いpHとなった。0-20cm土壌は、土壌表面に近く、樹

幹通過雨の影響をより強く受けていると考えられる。樹幹通過雨のpHは、コナラで高く(クスノキのデータはなし)、スギ、ヒノキで低いことが報告されている<sup>[17]</sup>。

図6は、幹からの距離の違いによる土壌pHの差異を示した。深さの違いに比べて、pHの差異は小さい。0.5mより1.0mの方が若干低いpHを示す傾向がみられた。

### 3.3 4樹種の土壌中の栄養塩量

表1および2は、4樹種の幹周辺土壌の交換性カルシウム量、マグネシウム量、そしてカリウム量である。これらのイオンは、樹木の生長に重要な栄養塩で、土壌の肥沃状態の指標として用いられるものである。表1には、0-20cmの土壌中の栄養塩量を示した。さらに、同じく0-20cm土壌の交換性栄養塩量の全国平均値<sup>[18]</sup>を比較のため示した。この全国平均値は、本研究と同じ土壌タイプである褐色森林土の値である。表1から、調査地の大和神社社寺林の土壌中の栄養塩量は、全国平均と比べて、カルシウム、マグネシウム、カリウムとも相当少ない値であった。カルシウム、マグネシウム、カリウムの合計量を比較すると、1/10~1/6程度しか含まれないことがわかる。ただし、全国平均値は、測定法が少し異なり、交換イオンとしてアンモニウムを用いているので<sup>[18]</sup>、厳密な比較はできない。また樹種で比較すると、コナラ、クスノキと比べてスギ、ヒノキの方が低い値を示した。これは、土壌pHの値と類似の傾向である。

表2は、表1より深い20-40cmの土壌での値である。カルシウム、マグネシウム、カリウム量すべてで、0-20cmの土壌より少ない量であった。樹種の傾向も同様に、コナラ、クスノキと比べてスギ、ヒノキが少ない傾向がみられた。

表3は、土壌中の水溶性のカルシウム、マグネシウム、カリウム量である。交換性の結果とほぼ同様な傾向がみられた。また、水溶性の陰イオンである、塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオン量を表4に示した。

以上の結果より、大和神社社寺林には、スギ、ヒノキに強い衰退がみられ、コナラ、クスノキに軽度、中程度の衰退がみられた。土壌の化学性では、土壌pHが健全

表1 4樹種の幹周辺土壌の交換性Ca, Mg, K量 (0-20cm 土壌)

	スギ	ヒノキ	コナラ	クスノキ	全国平均
	(cmol/kg)				
交換性Ca	0.82	0.46	1.39	1.12	6.1
交換性Mg	0.15	0.09	0.12	0.12	3.2
交換性K	0.12	0.08	0.15	0.11	0.4
交換性Ca+Mg+K	1.10	0.64	1.66	1.36	9.7

表 2 4 樹種の幹周辺土壌の交換性 Ca, Mg, K 量  
(20-40cm 土壌)

	スギ	ヒノキ	コナラ	クスノキ
	(cmol <sub>c</sub> /kg)			
交換性Ca	0.43	0.24	1.22	0.79
交換性Mg	0.07	0.04	0.15	0.10
交換性K	0.07	0.05	0.09	0.09
交換性 Ca+Mg+K	0.56	0.33	1.45	0.99

表 3 4 樹種の幹周辺土壌の水溶性 Ca, Mg, K 量  
(0-20cm 土壌)

	スギ	ヒノキ	コナラ	クスノキ
	(mmol/L)			
Ca <sup>2+</sup>	0.45	0.22	0.89	0.92
Mg <sup>2+</sup>	0.20	0.17	0.53	0.30
K <sup>+</sup>	0.30	0.38	1.02	0.46

表 4 4 樹種の幹周辺土壌の水溶性陰イオン量  
(0-20cm 土壌)

	スギ	ヒノキ	コナラ	クスノキ
	(mmol/L)			
Cl <sup>-</sup>	0.43	0.50	0.62	0.29
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.28	0.11	0.71	0.24
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.16	0.22	0.25	0.19

な生長に悪影響を及ぼす程度に低く、酸性の強い土壌であった。これが衰退の要因の1つかもしいない。すでに述べたように、関西地域の他の調査地においても、土壌の酸性が強く、樹木の衰退の要因の1つである可能性が示されている。社寺林の保全のために、社寺林土壌の化学性の監視が重要であると思われる。

## 謝辞

社寺林の調査に許可を頂きました、奈良県天理市の大和神社の皆様には、深く感謝致します。

## 参考文献

- [1] 梨本 真, 高橋啓二, 芦原昭一, 1993, 関東・甲信地方におけるスギ社寺林の衰退地と健全地の土壌化学性の比較, 環境科学会誌, 6, 121~130.
- [2] Ito, K., Uchiyama, Y., Kurokami, N., Sugano, K., and Nakanishi, Y., 2011, Soil acidification and decline of trees in forests within the precincts of shrines in Kyoto (Japan), Water, Air, Soil Pollution, 214, 197~204.
- [3] 伊藤和男, 福島 航, 2017, 美多彌神社 (大阪府堺市)

のシリブカガシ林の衰退と土壌化学性の劣化, 社叢学研究, 15, 80~88.

- [4] 伊藤和男, 慈幸真志, 竹内康晃, 岡田和也, 2015, 和泉葛城山ブナ林の衰退と土壌化学性の劣化, 地域自然史と保全, 37, 115~124.
- [5] 伊藤和男, 児玉良太, 安部太一, 植村修平, 2018, 奈良春日大社社寺林 (社叢) のスギ衰退と土壌酸性化, 社叢学研究, 16, 64~72.
- [6] Ito, K. and Katagiri, Y., 2021, Relation of Tree Decline and, Soil pH and Exchangeable Cations Contents in a Chamaecyparis obtusa Shrine Grove, Nara Japan, Environmental Science, 34, 208~213.
- [7] Ito, K. and Nishioka, K., 2018, Tree decline and soil acidification in the Japanese Cypress (Chamaecyparis obtusa) grove at the Awaga shrine in Hyogo Japan, Journal of Environmental Information Science, 2018-1, 73~79.
- [8] Driscoll, C. T., Driscoll, K. M., Mitchell, M. J., Raynal, D. J., 2003, Effects of acidic deposition on forest and aquatic ecosystems in New York State. Environmental Pollution. 123(3), 327~336.
- [9] Schulze, E. D., Lange, O. L. and Oren, R., 1989, Forest decline and air pollution: A study of spruce (*Picea abies*) on acid soils, Springer-Verlag, New York.
- [10] 大和神社公式HP, <http://ooyamatohp.net> (2023. 8 参照)
- [11] 農林水産省農林水産技術会議事務局, (財) 日本色彩研究所, 2003, 標準土色帖, 農林水産省 (東京).
- [12] 森林立地懇話会編, 1972, 日本森林立地図, 森林土壌図.
- [13] 環境省, 土壌・植生モニタリング手引書, 2.4 森林, 土壌モニタリング手法. [https://www.env.go.jp/air/acidrain/man/soil\\_veget/index.html](https://www.env.go.jp/air/acidrain/man/soil_veget/index.html). (2023, 8 参照).
- [14] 日本土壌肥料学会, 1986, 土壌標準分析・測定法, 土壌標準分析・測定法委員会, 博友社, 東京.
- [15] 亀和田國彦, 柴田和幸, 1997, 陽イオン交換容量の測定を要さない土壌試料のための簡易な交換性陽イオンの浸出法, 日本土壌肥料学雑誌, 68, 61~64.
- [16] 都市再生機構, 客土品質基準, 技術資料No. 02-5-2, 平成 12 年度
- [17] 片山幸士, 岸田多代, 1996, 各種の林分における降水, 樹幹流および樹冠通過雨の pH と EC, 環境技術, 25, 589~592.
- [18] Acid Deposition and Oxidant Research Center, 2003, Data Sets of Japan Acid Deposition Survey 20, Ministry of the Environment.