

## 太田市金山の炭撒きと土壤測定結果について

岩 崎 眞 理 <sup>+</sup>

Masato IWASAKI<sup>+</sup>

### 1. まえがき

炭による土壤改良では、いままでに大森禎子博士<sup>1)</sup>が日本や世界各地に出向き、その地の土壤や木の表面を調査測定した結果、木々の梢枯れは空気や雨水に含まれる酸性物質の濃縮により起こることを証明してきた。また日本炭焼きの会・会長故岸本定吉博士<sup>2)</sup>が旧足尾精錬所から発生した亜硫酸ガスによる酸性土壤（足尾の公害）を炭の持つアルカリ性とミネラル成分による土壤中性化事業を提唱し、その意志に共感したボランティアおよび団体の方達が、炭を持ち寄り粉炭にして、その炭を持って足尾の松木溪谷支流の特に梢枯れの多い安蘇沢地域の松林に分け入り松の木の根元に粉炭を埋め、そして周りにも散布し土壤の中性化を行い松の木の再生を行ってきた。私も6年以上前から各団体の炭焼き教室や炭撒きに参加し、赤城山や敷島公園の松林に炭撒きの手伝いをし、その結果をつぶさに見てきた。そして炭撒きによる土壤中和が最良のものであることを確信し、それにより高速の炭焼き窯を設計、製造及び改良を施し、ボランティアの方々による1日で出来る炭焼きと炭撒きを行い、酸性土壤の中和ができるようにした<sup>3)</sup>。また足尾の安蘇沢に入り炭撒きや植林を行い、そして大森博士の指示により土壤採取を行い研究活動をしてきた。

## 2. 太田金山の松枯れ

その後、各方面からの情報により私の住んでいる所から西に見える太田金山の松枯れがひどく、1年間に数千本の松枯れが発生していたが、公共機関は松食い虫として防除の為

---

+ 足利工業大学電気電子工学科非常勤講師 附属高等学校電気科教諭

に殺虫剤を大量に撒いたが松枯れが止まらなかった。それにより金山周辺住民への健康問題も多く発生していた。金山は市民の憩いの里山として昔から親しまれ、蝉やトンボなどの昆虫が沢山いたが、現在では殺虫剤の影響によりほとんど見られなくなった。その松枯れの元凶である酸性雨による酸性土壌化の事は、ほとんどの太田市民が知らないのが現状であり、市民に対する広報では松食い虫による松枯れとの説明がなされている。また金山は古くから献上マツタケの産地であったことから、現在でも献上マツタケ祭りの行事が毎年行われていることから太田市民に酸性土壌による松枯れを理解させるのは実際に炭による中性化を行い、松枯れ防止をして最終的には太田金山にマツタケを甦えさせるのが一番良いと思い、粉炭による土壌改良を実行に移した。

## 3. 太田金山の松を守る松のオーナー制度の利用

太田市の金山の松林を守り長持ちさせるように考え出されたのが松の木のオーナー制度であり、松の木をボランティア1人に1本貸し出して、その周辺の草刈をして松の木を雑草から守る運動がある。この制度を利用して炭焼きと炭撒きを実践している根岸進氏と一緒に太田市の係に話をし、炭による土壌中性化実験用として2人で松の木を20本借り受けた。そして枯れかかった松の木の下に1本あたり約10Kgの炭を枝の先端の下に埋め込み、その周辺にも炭撒きを行い松の木の回復に勤めている。また追加実験として借りている場所の上側周辺にも枠を広げ60本程の松の根元に粉炭を撒いた。その結果が土壌のpH測定値は良好に現れている。

## 4. 2003年度のオーナー制度の参加者について

太田市金山の松のオーナー制度が始まり10年が過ぎ、今までの経過を市の職員に聞いたところ、ボランティア会員は現在450名程度で推移しており、そして2003年度に参加できた方々は約3割強という話をいただいた。今回の少ない理由は2003年9月には金山の一斉清掃日があり、そちらの方に多くの方が参加し、松林の草刈をした方が多かったので、10年以上前からの会員の年齢も上がったことなども含め、今までより少ない参加となったとの話しがあった。

#### 5. これまでの炭撒きの詳細について

私のホームページ上に書いてあることの発展として、松の周辺の清掃や下草刈りをして枯れてしまうということが多く聞こえてきた。そして今までの経験より、金山に入り一部の土壌採取をしたところ、pH値が低い事が解り、これでは他の地域と同じように金山の松の木が枯れてしまうと考え、粉炭による土壌改良をさせてほしいということで、いつも炭焼きでお世話になっている根岸氏と一緒に太田市の松のオーナー制度の係りに申し入れを行った。そして太田市金山の東山公園（水道山）の北西斜面の20本の松を借り受けて炭撒きによる土壌中和実験を始めた。現在はその周辺を含め幅20m長さ50mの土地に竹の粉炭を年に2回ほど散布している。竹炭を使う理由は、竹炭は木炭に比べてミネラル分が多く木の栄養にもなる為と、竹林を持っている方から竹が密植し伐採をしてほしいという要望も多く両方の利点が合致したことである。そして最終的な散布面積は幅50m長さ200mに炭を撒き土壌の回復に努めたいと思っている。それにより炭撒きをした地域のみ松枯れが止まり緑の帯になると考えられる。その為に毎年100～300kgの粉炭の散布を予定している。

#### 6. 松の木の下草刈と炭撒き実験日

2003年5月11日に太田市の係りの方の立会いのもとに場所の選定と20本の松の木の選

定を行い、松の木に名前の付いたプレートを付けた。そして炭撒きと下草刈りを行い、最初に土壌のサンプルを採取し20本の木の周辺に穴を掘り炭を散布した。また炭を入れていない上側の数本の松にも炭を撒いた。下草刈りは30m ×100 mほどの広さを行い、2003年8月には借りている上側の20mほどにあった枯れかかった松10本に、約100 kgの竹炭の粉末を撒いた。遊歩道に近い若松林の松の木、約15本には20 kg程の炭を撒き入れた。また枯れかかった松の周辺のpH測定値は pH4.4 ~ 5.0 の酸性土壌であった。2003年9月29日の金山清掃の日に30m ×120 mほどを下草刈を行った。そして2003年秋の測定結果は全体的にはpH値は良くなったが、炭を撒いた所の上側でpH値が悪くなっていた。この理由は上からの酸性土壌から出てきた酸性分を含んだ水が下側に流れ込んだ為だと考えられる。今までに約60本の根元に約400 kgほどの炭を撒いた。現在の山の枯れ木のことを考えるのこり山頂まで200 m程度となり、あと2 tほどの炭を撒く必要がある。

#### 7. 借り受け地の土壌の測定結果について

表7は太田市金山の土壌のpH値であり図1は、炭の散布地域の地図である。

表7 調査地点は金山の東山公園水道山北西付近。

場所	7.1 No89の上の松		7.2 No89の松		7.3 No104の松		7.4 遊歩道右側	
炭入の有無	有		有		有		無	
採取日 \	pH	深さ(cm)	pH	深さ(cm)	pH	深さ(cm)	pH	深さ(cm)
02/04/27	4.1	10	4.0	10	4.1	10	4.1	
10								
03/05/11	5.4	10	4.8	10	4.9	10	4.1	

10

03/09/29      5.1      10                      4.9      10                      5.1      10                      4.1

10

炭追加の有無      有                      無                      無                      有

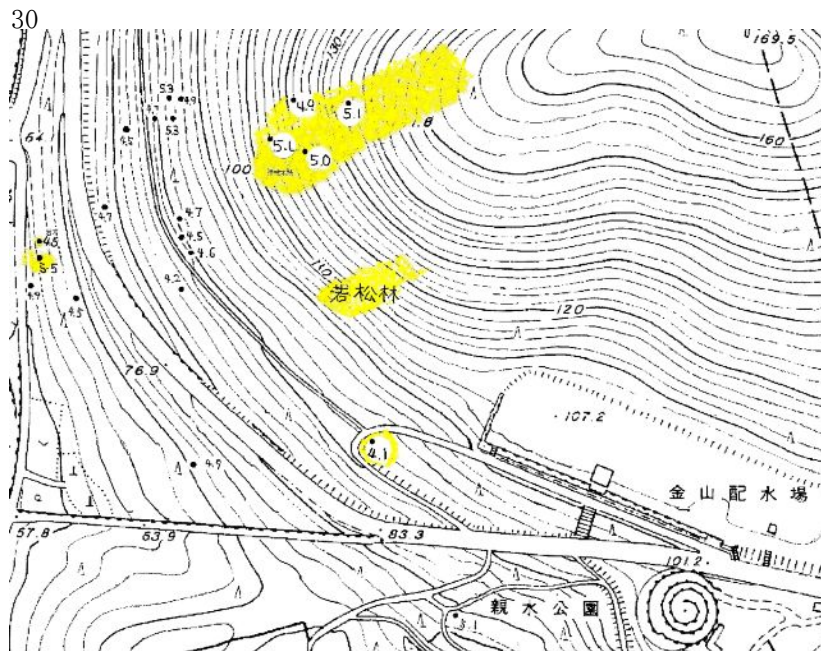
04/01/23      5.3              0                      4.3              0                      5.2              0

4.4              0

04/01/23      5.1      10                      4.5      10                      5.3      10                      5.0

10

04/01/23      5.4      30                      4.6      30                      4.6      30                      5.2



1月23日のデータは大森博士の指示により正確を規する為に3種類採取した。

参考値として5月25日の金山の測定結果では借り受

けた木の間中部の土壌のpH値は pH5.0 となっていた。

今回の測定値の表土は pH4.8 , 10cm 下部は pH5.5 , 30cm 下部は pH5.4 であった。

図1 太田金山東山公園付近のデーター（03年9月29日）色の濃い部分が炭の散布場所

## 8. 測定方法と使用測定器

測定方法 採取した土を乾燥させ2mmメッシュのフルイを通過した土を10g秤、それに純水25gを加え1時間放置経過後、pH計により測定した。

確認用 内田洋行 ガラス電極pH計 KT-1S 検定品

純水は高純度イオン交換水を使用（ICなどの製造に使われる不純物の無い水）

足利工業大学電気電子工学科 伊東・荘司研究室製造

## 9. 金山の土壌の測定結果の考察

今回の炭撒きの結果は炭を入れた箇所において、表 7 のNo. 7.1 ~ 7.3 に示す。

5/11, 9/29 の測定結果で明らかなように4/27よりpHは高く炭の追加散布の効果があり、酸性土壌が少しずつ改善されている。表7, の9/29の炭の追加はNo. 7.2 上側地域には炭を入れてなかった為にpHが下がり大気汚染物質が加わっている事を示す。表7、の9/29のNo. 7.3 は追加の炭入れを行わないがその上側地域に大量に炭を散布を行ったことが改善の原因と考えられる。表7のNo. 7.4 の炭入れは炭の散布の効果が見られた。土壌の酸性度の低い所の松は将来枯れると思う。その後、豪雨などによる土砂の流失を起こし、禿山となり保水能力も低下し、少しの雨でも鉄砲水の災害が予想される。また松の木の下の草をすべて刈り取って無くしてしまうと、これも雨による土砂の流失の原因となるので下草も10cm程度で残す工夫も必要と考えられる。

## 10. 木が枯れる理由

木が枯れる理由についての詳細は大森先生の論文<sup>1)</sup>を参照のこと。

大気汚染の元凶である亜硫酸ガスや亜硝酸ガスなどが雨や霧に溶け込み、希硫酸や希硝酸などとして存在し、その雨や霧が松の樹皮に付着し太陽の熱や風による水分の蒸発により濃縮され濃硫酸や濃硝酸等になり、次の雨により根元に落ちる。これにより土壌の酸性化を起こし土に含まれているアルミニウムが溶け出し根からリン酸などの栄養分の吸収を阻害し、栄養不足により枯れ死する。また栄養不足により木の生命力が弱くなると、松脂を作り出せない状態となり、外皮に傷が出来たときに松脂で塞ごうとする力が無くなることで害虫の食害の阻止が出来なくなり、幹の中を食害されて枯れ死するものである。酸性土壌による松は大量に鉄分の吸収を行っているので見分け方は木を切断をし、その切断面を観察した時に赤、青、紺色などの模様が見られるので小学生でも簡単に見分けることが出来る。

#### 11. マツタケとpHについて

マツタケ菌は pH5.8 前後を好むが、借り受けている松の根を調べたがマツタケ菌の菌糸の確認は出来なかった。雨水には空気中の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) や、その他の空気中の成分が溶け込み pH5.6 の弱酸性水になる。酸性雨とは pH5.6 以下の値の雨水をいう<sup>5)</sup>。酸性土壌の中酸化には粉炭が一番有効である理由は石灰の散布では土壌中の酸と石灰のアルカリにより急激に中和するが、その反応により大量の塩分を作り出し、根を塩漬けにするので逆効果となる。炭に含まれている酸化カリウム、カルシウム、マグネシウムはアルカリ分として徐々に水に溶け出てアルカリ溶液となり酸性土壌を中和する。残ったカリウム、カルシウム、マグネシウムは樹木が必要で吸収された元素であるから、再び木の栄養として根から吸収される。改善された所では最初は松露（しょうろ）が生えると言われている。マツタケを出したい方は1本の松の木に10kgの粉炭を用意し、枝の先端の真下を半径としてとして円形に深さ30cm程ひげ根切りをしながら掘り、用意した10kgの粉炭を掘っ

た穴に埋め込み，もし卵や貝が有れば殻の主成分はカルシウムなので焼いてから粉にして埋めると相乗効果がある．そして 500 倍に薄めた竹酢液と一緒に 500cc ほど散布し埋め戻す．ほぼ 3 ヶ月後には炭を埋めた所の pH が改善される．約 1 年後に掘ってミミズや虫などが確認されれば土は大丈夫である．後は，松の木の自然回復力を待ち，そして pH5.6 程度になったらマツタケ菌を根に感染させる． 5～10 年後にはマツタケが，出ることを期待している．2003 年度は炭撒きをした場所の生態が少し回復した．土壌の中和により栄養が豊富になり下草が多く茂るので下草刈りを忘れずにする事．また pH 値が下がった時は，炭を表土や周辺にも再度撒き入れる．

## 12. 結論

竹炭の粉末を撒いた地域は土壌の pH 値の改善が見られ，それにより松枯れは止まり，松の葉の色や葉の出具合も良好になり，雑草も沢山茂り，ミミズ等や昆虫も多く見られるようになった．よって粉炭による土壌中和が有効である．

参考事項として付録に松の若木に炭を撒いた物と撒かない物との比較写真及び佐野市文化会館の南側庭園の松の木の下を表土の pH 測定値などを掲載した．

謝辞 炭焼きと炭撒きに協力して戴いた根岸進氏及び純水の製造をして戴いた足利工業大学電気電子工学科 伊東一臣・荘司和男先生に紙面を借りてお礼申し上げます．

## 文 献

- 1) 大森禎子：“樹木の立ち枯れ調査の簡易分析法”，分析化学，pp.465-472，2001．
- 2) 岸本定吉：“炭・木酢液のすごさがわかる本”，株式会社 中継出版，2001．
- 3) 岩崎眞理：“ドラム缶の炭焼き窯で炭を大量に作り酸性土壌の山に撒き中性化に活用しよう”，足利工業大学附属高等学校研究紀要，pp57-76,2000．



4) 内田安茂：“地球環境用語大辞典”， 学習研究社， 1991

5) 大島康行ほか：“理科年表環境編”， 丸善株式会社， 2003

6) ホームページアドレス <http://homepage2.nifty.com/sumivaki/>

付 録



太田金山

の松の若

木の写真

03年5月

11日に炭

を散布

9月29日に撮影と調査

図 A・1 炭撒き無し．葉の色が悪い． 図 A・2 炭撒き有り．葉の色も良い．

葉の数が少ない．

葉の数が多い．

pH4.5

pH5.5

2004年1月18日、佐野市民文化会館に行ったときに庭園の松を切った跡を見つけ、表土だけを持ち帰り計測した。計測結果は pH5.5 の酸性土壌であった。また松の木の枯れ枝を採取し、その断面を確認したところ紺色の染みが見られ酸性土壌で木の力が弱くなり枯れ死したものと考えられる。また別な場所の松の木の伐採された断面からも紺色の染みと虫食いの穴があったものもあったが、木から松脂が出ていないので、この松は酸性土壌による栄養疾患で松脂が出せなくなり、食害との相乗効果により枯れ死したと思われる。

環境関係の勉強をしたい方は、環境関係に関する本は大量に出回っているが、丸善から発行されている理科年表や理科年表・環境編や環境庁からの文献も参考にすると良い。また子供向けの本では学習研究社の地球環境用語大辞典<sup>4)</sup>が勉強用として推薦できる。

現在、群馬県東部地域や栃木県足利地区の里山などの土壌調査を行っているので私のホームページ上に発表できると思う。<sup>5)</sup> また、足利市の里山の土壌調査の一部を掲載したので、参照されたい。

足利市の里山の土壌調査のデーター

全体を調査するには今後数年を要するが、今回の調査は結果のみとし、考察を行わないので、各自での判断を御願ひするものである。

足利の主要な里山の調査地点

大坊山・大岩山・八幡山・織姫神社

調査時期 2003年12月～2004年1月

調査地点は大坊山に関しては自衛隊道路より頂上までのハイキングコースの近い地点の採取と一部地域の炭入れを行った。炭撒き中和実験を行うにあたり大坊山は国有林の為に2002年に林野庁森林管理局群馬森林管理署大間々事務所の森脇和正所長に許可を得ている。



図 A・3 足利市の調査地域の地図

足利市の里山の土壌調査結果 (pH 値)

調査地点\深さ	現状のpH値			炭入れ後のpH値		
	0 cm	10cm	30cm	0 cm	10cm	30cm
大坊山No. 1	5.4	5.2	5.3			

大坊山No. 2	5.9	5.8	5.7			
大坊山No. 3	5.1	5.0	5.4			
大坊山No. 4	5.5	5.4	5.4			
大坊山No. 5	5.4	5.2	5.1			
大坊山No. 6	4.3	4.5	4.7			
大坊山No. 7	6.0	5.8	5.6			
大坊山No. 8	4.7	5.0	4.8	4.9	5.0	5.8
大坊山山頂	4.2	4.1	4.5			
大月グランドNo. 1	5.8	5.7	5.5	6.4	6.2	6.0
大月グランドNo. 2	5.2	5.4	5.3	6.4	6.2	5.2
大岩山No. 1	4.4	5.1	5.6			
大岩山No. 2	4.0	4.6	5.1			
八幡山No. 1	4.5	4.6	4.5			
八幡山No. 2	4.3	4.6	4.5			

八幡山 No. 3	3.9	4.2	4.6
八幡山 No. 4	4.9	4.5	4.3
八幡山 No. 5	4.8	4.6	4.5
八幡山 No. 6	4.8	4.9	5.0
八幡山 No. 7	4.8	5.0	5.0
八幡山 No. 8	5.0	3.9	5.0
八幡山 No. 9	4.4	4.5	4.6
八幡山 No. 10	4.4	4.3	4.6
織姫神社 No. 1	4.6	4.3	4.6
織姫神社 No. 2	5.0	5.2	5.5

本校の大月グラウンドは大坊山の北西端に位置している。

大坊山の登山口である長林寺境内の土壌調査を本校の金子先生の協力により行った。

足利市山川町長林寺の土壌調査結果 (pH 値)

現状の pH 値

調査地点	0 cm	10cm	30cm	
長林寺 山門前		6.0	6.2	6.2
山門	5.3	5.3	5.3	
お堂裏	4.9	4.9	5.0	
初級コース	5.3	5.0	4.6	

山門前の土壌は以前に松枯れ防止の為に土壌改良を行っている。

足利市北部の名草地区の土壌調査を本校の亀田先生の協力により、行った。

足利市名草地区の土壌調査結果 (pH 値)

#### 現状のpH値

調査地点	0 cm	10cm	30cm
名草の山林	4.9	5.2	5.4