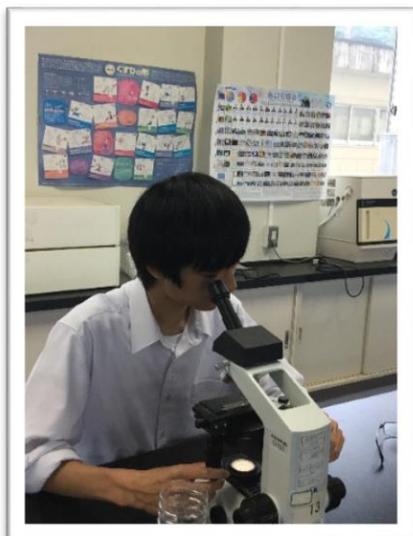


多賀城高校の松枯れの原因を探る **PART2**

2年 船山 遥斗 大江 透真 鷄徳 俊樹 京谷 秀人
 山下 涼斗 大澤 杏也佳 川上 奈帆
1年 伊勢 太一 市川 一紀 伊藤 瑛玲奈



1 序論(マツ林の現状)

日本における海岸線には防砂・防潮・防風林として松の木が植樹され、私たちの生活を守っている。日本有数の景勝地である静岡県静岡市の「三保の松原」は有名であるが、東北地方における岩手県の「高田松原」や、私たちが住む宮城県の「貞山掘」(かつて伊達政宗によって開削された総延長 49km の運河) 沿いの松林においても風光明媚な景観を維持していた。しかし、東日本大震災の津波被害によって東北地方太平洋側沿岸の松林は壊滅的な状況に陥った。現在でもその爪痕は深く、松林が再生されるまでにはまだまだ長い年月がかかるものである。

一方、東日本大震災の被害を奇跡的に免れた松が存在する。それは、日本三景のひとつ「松島」の松の木である。松島湾に浮かぶ無数の島々には松が自生しており、松島の語源となる美しい景観をつくり出している。しかし、松島の松の木も“松枯れ”という現象により、年々その景観が損なわれてきている。(図 1)

私たちが通う宮城県多賀城高校の敷地内にも多数のアカマツが存在し、特に幹線道路沿いの北斜面には 90 本を超えるアカマツが植樹されている。このアカマツ林においても松島と同様、立ち枯れ個体が目に見えて増加しつつあり、緑豊かな多賀城高校の景観を損ねている。(図 2)

そこで私たち科学部は、平成 28 年から研究テーマを「多賀城高校の松枯れの原因を探る」として、立ち枯れの原因を探り、その予防と拡大阻止のための研究を続けている。



図 1 松島における松枯れの様子(焼島の上空より)



図 2 多賀城高校における松枯れの様子(北斜面)

2 仮説

松枯れはマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) がマツに寄生することで起こる『マツ材線虫病(松くい虫被害)』が主な原因と言われている。マツノザイセンチュウが寄生すると短期間で松葉が枯れて枯死体となり、1年を超えて生存することはできない。多賀城高校で健康被害の見られるアカマツにおいてもマツノザイセンチュウが検出されるのではないかと。

また、健康状態に不安の見られる枯れかけのアカマツが複数存在している。しかし、その多くが健康状態に不安を維持したまま一向に枯れることなく複数年持ちこたえているものが多い。幹線道路を発生源とする自動車の排気ガスによる気孔の汚染がマツノザイセンチュウ同様、健康被害の一つの要因になっているのではないかと。

3 研究の概要

(1) 研究方法

①アカマツの健康調査

学校の北斜面に植樹されている全てのアカマツの健康状態を外観から観察する。その際、松葉が青々としているアカマツを「健康体」(図 3) と判定する。その他の個体は、松葉が全て枯れている



図 3 健康体



図 4 枯死体

「枯死体」(図4)と、樹勢が衰えて松葉が部分的に枯れている「枯れかけの個体」である。



図5 健康調査

続いて、健康体と判断されなかったアカマツの状態を最終判定するために、コルクボーラを用いて樹皮をくり抜き(図5)、樹液の滲出状況判断材料に、「枯れかけの個体」もしくは「枯死体」と判定する(樹液が十分に滲出する個体は、樹勢の状況とを加味して「健康体」と再判定し直す場合もある)。なお、「健康体」はくり抜いた穴から樹液が十分に滲出する(図6)が、「枯死体」からは樹液がまったく滲出せず(図7)、「枯れかけの個体」では、樹液がわずかに滲出するだけである。



図6 健康体



図7 枯死体

以上の判定結果を基にして、「健康体」には青色の紐、「枯死体」には赤色の紐、「枯れかけの個体」には黄色の紐を巻いて個体識別を行い、北斜面全体の被害状況としてまとめる。

②マツノザイセンチュウの検出

「枯れかけの個体」および「枯死体」から、コルクボーラを用いて人の肩から胸の高さを基準として樹皮と幹を採取する。この時、線虫類が採捕されやすいとされる幹の部分を中心に採取する。その後、採取した試料を布で包み、簡易ベールマン装置にセットして水道水を注ぐ。この状態で一晩静置した後(図8)、抽出液中の沈殿物5mlを採取し、顕微鏡で線虫類の有無を確認する。



図8 試料の採取と簡易ベールマン装置による抽出液の作成

③アカマツの気孔観察

北斜面全てのアカマツから松葉を採取する。なお、松葉が手の届く範囲で採取可能な場合には胸から肩までの高さで松葉を採集し、採取不可能な高所の場合には、高枝のこぎりを使用して採取する。(図9)

採取した松葉は、その表面をカッターで薄く剥ぎ取り顕微鏡観察する。なお、アカマツ1個体あたり気孔60個を観察し、松葉の汚染状況を確認する。



図9 高所採取の様子

(2) 研究結果

①アカマツの健康調査

北斜面全92本のアカマツの健康調査を行い表にまとめた。(図10)

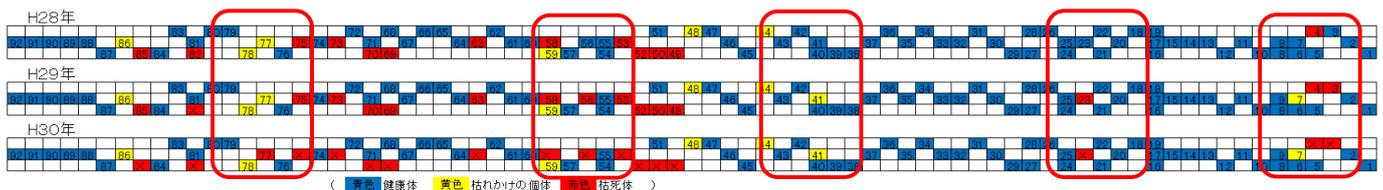


図10 アカマツの健康状態の推移

- * 平成29年に伐採したアカマツ(倒木含む)を×で示す
- * 被害の拡大がみられるところを赤丸で示す

3年間継続した健康調査の結果、枯れたアカマツの隣接地に被害が拡大する傾向がみられる。しかし、例外的に飛び火するかたちで枯死体が出現する場合もある。

健康被害の割合をまとめたものが右のグラフである(図11)。「枯死体」と判断する個体は年々増加し、今年(図11)は累計で17本に達した。なお、「枯死体」の推移は、H28年13本(14.1%)→H29年16本(17.4%)→H30年17本(18.5%)となる。一方、「枯れかけの個体」の推移は、H28年6本(6.5%)→H29年8本(8.7%)→H30年7本(7.6%)である。

注：平成29年8月中旬にNo.81が強風により倒木したため、安全確保の面から、残る「枯死体」15本を全て伐採した。しかし、年度推移を検討するために、この倒木・伐採した「枯死体」16本も計算する際には数に含めて行っている。

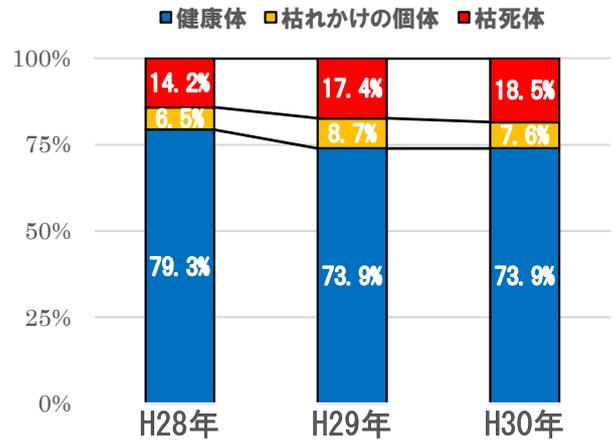


図11 アカマツの健康被害の割合の推移

②マツノザイセンチュウの検出

マツノザイセンチュウは、他の線虫類とは異なり、頭部が丸みを帯びており、体の一部が黒っぽいという特徴がある。(図12)

健康被害の見られる「枯死体」と「枯れかけの個体」のアカマツを中心に、マツノザイセンチュウの検出を試みた結果をまとめる。(図13)



図12 マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*)

健康状態の推移	個体 No.	検出した線虫の数(個体)	線虫の検出率(%)	確認されるマツノザイセンチュウの数(個体)					
				マツノザイセンチュウの数(個体)	マツノザイセンチュウの出現率(%)				
H28年→H29年	青→赤	3	20	66.7	5	100.0			
	23	0							
	56	2							
	4	0							
	49	0							
	50	1							
	52	6							
	53	2							
	58	2							
	63	10							
	69	0							
	70	1							
	73	0							
	75	0							
	85	2							
H29年度	青→赤	7	0	60.0	5	77.8			
	41	0							
	59	0							
	86	0							
	44	0							
	48	0							
	77	0							
	78	0							
	H30年度	青→赤	7		0		0.0	0	0.0
		41	0						
		44	0						
		48	0						
		59	0						
		78	0						
		86	0						

図13 マツノザイセンチュウ検出状況

今年枯れたNo.77については、樹勢が目に見えて衰えてから枯死するまでの進行速度が半年もかからず速かったため、マツノザイセンチュウの寄生による病害と考えている。しかし、現在のところマツノザイセンチュウは発見されていない(平成30年8月29日現在)。なお、No.77については2年間「枯れかけの個体」と判断していた個体であり、その間急激な樹勢の変化は見られなかった個体である。

アカマツの樹勢が衰える原因として、マツノザイセンチュウの寄生以外の原因も視野に入れ、公害による気孔の汚染状況について今年(図14)は研究を進展させた。

③松葉の観察

北斜面76本のアカマツの全個体から松葉を採取し、顕微鏡で気孔を観察した。汚染されていない気孔は透明感があり、汚染された気孔については、気孔が黒く見える。(図14)

松葉の汚染状況の評価については、「健康体」、「枯れかけの個体」、「枯死体」の3つに区分されたアカマツそれぞれの観察結果をもとに、気孔が汚染されている割合を『汚染率(%)』として表す。

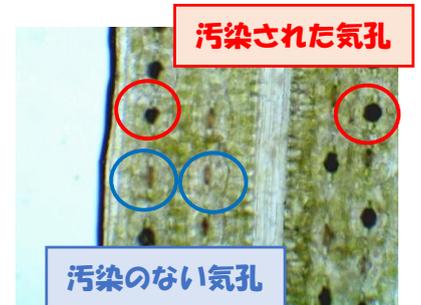


図14 アカマツの気孔

$$\text{汚染率(％)} = \frac{\text{区分ごとの汚染された気孔の総数}}{\text{区分ごとの全気孔の数}}$$

各区分の汚染率については、「健康体」で17.7%(723/4080)、「枯れかけの個体」で28.6%(120/420)、「枯死体」で71.7%(43/60)となった。(図15)

北斜面のアカマツは全て幹線道路側に面しているため、全体的に気孔が汚れており、その中でも健康被害が観察されるアカマツにおいて高い汚染率を示す傾向がみられる。なお、「枯死体」については、そのサンプルが No. 77 のものだけであることから、1 個体のみの観察となっている。

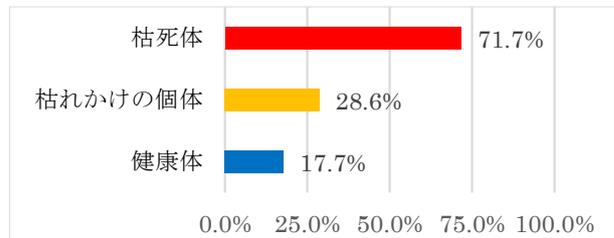


図 15 松葉の気孔の汚染状況

4 考察

アカマツの「枯死体」からマツノザイセンチュウが高い割合で検出されることから、多賀城高校の『松枯れ』の主な原因は、マツノザイセンチュウの寄生による病害であると断言できる。昨年8月下旬に「枯死体」の伐採が大規模に行われたことで、今後はマツノザイセンチュウによる被害の拡大が緩やかになると考えていた。しかし、今年も立ち枯れした個体が1本出現したことから、『松枯れ』被害の拡大を防ぐことは容易ではないと感じる。

また、今年新たに出現した「枯死体」No. 77については、昨年まで枯れかけの個体としてカウントしていた個体であり、線虫類の検出もこれまで見られていない個体である。マツノザイセンチュウがこのまま検出されないのであれば、枯れた原因はマツノザイセンチュウ以外に求めなければならない。『松枯れ』のもう一つの要因として、松葉の気孔の汚染との関連を今回調査したが、1本の「枯死体」からしかデータが得られていないことから、樹勢が衰える原因と断言するには材料不足である。

5 展望

現在行っている健康調査を次年度以降も継続するとともに、「枯れかけの個体」から短期間で枯死体となった No. 77 の枯死の原因を追究するために、校外における「枯死体」の気孔調査を展開したい。また、自動車の排煙による公害以外の原因、例えば土壌の栄養成分の偏りなども調査項目に入れて研究を進展させていきたい。

マツノザイセンチュウの検出の際に、小型個体はその特徴が見づらいことで、マツノザイセンチュウのカウントに計上できない線虫が多数観察された。このように、成長途中の小型個体は形態観察が難しく、他の種類の線虫類と区別がつかないことから、今後は判別困難な小型個体の飼育についても検討しなければならない。

緑豊かな多賀城高校の景観保全のために、そしていずれは近隣の公園や史跡、そして日本三景の一つ『松島』の景観保全にも貢献していきたいと考える。

6 謝辞・参考文献

本研究にあたりご指導いただきました、宮城県林業技術総合センター総括研究員 今野 幸則 様、上席主任研究員 伊藤 信介 様 に厚く御礼申し上げます。

- ・「わたしたちの松島」 松島町教育委員会 編
- ・「松くい虫被害」 - 林野庁ウェブサイト www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/matsukui.html
- ・「松くい虫被害と対策」 - 宮城県公式ウェブサイト
<http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/sinrin/matsukui.html>
- ・「松くい虫の被害対策」 - 岡山県ホームページ www.pref.okayama.jp/page/detail-15092.html
- ・「図解実験観察大辞典 生物」 東京書籍株式会社
- ・「生物実験」 株式会社秀文堂