

松枯れ防除剤は効果があるのか

——マツグリーン液剤2の空中散布防除効果についての検討

植村振作

1. はじめに

1977年4月に、松くい虫*防除と称した農薬の空中散布を推進するために、「松くい虫防除特別措置法」が制定された。法律成立後、同法が防除効果についてねつ造・改竄されたデータを基に制定されたことが新聞や[国会](#)でも明らかにされた。しかし、廃止されることなく名称を「松くい虫被害対策措置法」と変更して5年毎に繰り返し延長され、最終的には、1997年3月31日に失効した。現在は「森林病虫害防除法」に基づいて全国各地で空中散布が実施されている。

*：行政文書では”松くい虫“なる呼称が用いられるが、本文では、固有名詞に使用されている場合はそのまま“松くい虫”と記載し、それ以外では、松くい虫と呼ばれる虫がいるわけではないので“松枯れ”と称する。

松枯れ被害によって松林がなくなってしまった地域もある。全国的には、枯れるべき松林が少なくなり、現在は最も被害量の多かった1980年頃の約1/6まで減少している。2017年の全国の[被害材積量](#)は約40万m³である。県別では、長野県が最も多く、全国の約2割(7.6万m³)を占めている。

長野県は、岩手県と首位を競うほど[松茸生産量](#)が多い。同県では松茸産地の赤松林の保全が強く求められていることもあって、2018(平成30)年度の[長野県松枯れ防除計画](#)によれば、ネオニコチド系の「エコワン3フロアブル」(有人ヘリコプター散布)または「マツグリーン液剤2」(無人ヘリコプターおよび地上散布)の2剤の何れかが多くの自治体で散布されている。

今回、マツグリーン液剤2が空中散布用農薬として登録された際の登録申請用資料のうちの防除効果にかかる資料を入手し、マツグリーン液剤2の空中散布松枯れ防除効果について検討したので、その結果を報告する。

2. 検討対象資料

農薬は農薬取締法に基づき農水省に登録される。その際、当該農薬の薬効試験成績書が提出される。今回、日本曹達が「[農薬の登録申請に係る試験成績について](#)」(平成12

年 11 月 24 日付け 12 農産第8147 号農林水産省農産園芸局長通知)に従って提出した「マツグリーン液剤 2」(農水省登録 第 20838 号)の登録申請用試験成績書の中の松枯れ防除効果にかかる部分を、「行政機関の保有する情報の公開に関する法律」(情報公開法)に基づいて農水省へ情報開示請求して入手した。

本来、農薬登録薬効試験成績書は国民に対して、誰が、何処でいかなる方法で試験したか明らかにされるべきである。しかし、151 枚の開示資料のうち試験実施機関や試験実施者名、試験地等 118 箇所が黒塗りされていた。因みに、不開示部分はほとんど不当・違法であり、現在、開示を求めて国の「情報公開・個人情報保護審査会」に審査請求をしている。

今回開示された資料 14 件の試験成績書のうちの 4 件の成績書(下表)だけが、マツグリーン液剤 2 を松林に航空機(無人ヘリコプター)を用いて散布した時の防除効果についての報告であった。残りの 10 成績書は、供試木を植栽した網室内にマツマノダラカミキリを放虫し、噴霧器等で薬剤散布した時のマツノマダラカミキリ生存率、マツノマダラカミキリの後食面積、枯損率等についての調査、或いはマツグリーン液剤 2 と異なる薬剤を散布した対照区をセットにした調査報告であり、松林にマツグリーン液剤 2 を空中散布(は無人ヘリコプター)した場合の松枯れ防除効果に関する試験成績ではなかった。

本報告は、マツグリーン液剤 2 の無人ヘリコプター空中散布の松枯れ防除効果について試験した下表の 4 試験成績書について検討した結果の報告である。

防除効果検討対象とした試験成績書

No	試験名	出典	実施機関名/実施者名
1	産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験	平成15年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)P64	不開示 黒塗り)
2	産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験	平成15年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)P79	同上
3	産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験	平成17年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)P38	同上
4	産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験	平成18年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)P42	同上

3. 防除効果についての検討

3-1 平成 15 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)64 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」について

本試験成績書に記載された、スミパイン乳剤を対照薬剤としたマツグリーン液剤 2 の 2003 (平成 15) 年度薬効試験の枯損木調査結果表-7 を下に示す。

表-7 枯損木調査の結果

区分	前年枯損率			当該年枯損率			枯損減少率
	総本数	枯損本数	枯損率	総本数	枯損本数	枯損率	
マツグリーン液剤 2 散布区	625	8	1.28%	617	4	0.65%	50.6%
対照薬剤区 (スミパイン乳剤)	600	7	1.17%	593	1	0.17%	14.5%

本試験成績書では、“枯損本数が少ないため、両散布区での比較はできないが、枯損率は両散布区とも有人ヘリによるスミパイン乳剤散布を実施した前年の枯損率よりも低く、同程度の枯損防止効果があったものと考えられる。”と纏めている。

試験地は調査前年の 2002 (平成 14) 年度までスミパイン乳剤の有人ヘリによる空中散布が年 2 回実施されてきた場所である。有人ヘリによる薬剤散布が実施される場合通常伐倒駆除も併せて行われる。伐倒駆除後に松枯れが減少することは松枯れ防除関係者には周知のことである。前年までの薬剤散布と伐倒駆除の残効で枯損本数が減った可能性がある。本試験成績書のデータから、マツグリーン液剤 2 の散布により枯損木が減少したとは判断することはできない。単に前年度に比べ当該年度の枯損率が減少したということがわかったに過ぎない。

また、当初薬剤散布区から 1 km 離れた場所に無散布区を設定していたものの、「近くのゴルフ場の松くい虫空中散布のドリフトにより影響が出たため」、無散布区の場所を変更した旨報告されているが、無散布区についての枯損木調査結果の報告が全くない。

薬剤の防除効果を判定する場合、無散布地区の枯損データが必須である。たとえ散布地区の松枯れが減少したとしても、散布の有無と関係無く自然に減少した可能性がある。特段の断りもなく無散布区の調査結果が示されていないことから、無散布区について枯損木調査が行われていないか、データが明らかにされていないことも考えられる。

この結果からは、スミパイン乳剤区とマツグリーン液剤 2 区の何れでも、次年度に枯損率が同じように減少した、ということが明らかになったに過ぎず、無散布区の調査

結果不記載を考慮すると、枯損防止効果があったと判断することは出来ない。

3-2 平成 15 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)79 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」について

3-2-1 報告書記載の調査方法では得られない枯死率が報告されている。

本試験成績書の枯死率調査について、“各区の前年の枯損本数、当該年の枯損本数を全数調査し被害率を算出した。”と述べている。全数調査であれば各区についてそれぞれ唯一の枯死率が定まるだけである。

ところが、下に示す本試験成績書の調査結果表-1 には、各試験区について枯死率の平均と枯死率の 95%幅が示されている。枯死率の平均が示されていることから、複数(回又は個所)の標本調査で得られた枯死率のばらつきとそれらの平均を表していると理解せざるを得ない。成績書で述べられている調査法は全数調査である。全数調査では平均やばらつきが得られることはない。

表-1 の枯死率は、本試験成績書記載の調査方法では得られない枯死率である。記載されている枯死率は、試験成績書の客観的データとは考えられない。

表-1 各試験区の試験前年度(平成 14 年度)における枯死率(上段:平均,下段:95%幅)

試験区	14 年当初密度	平均胸高直径	平均樹高	枯死全体		
				枯死全体	当年枯れ	年越し枯れ
マツグリーン区	879 本/ha	上層 23.2cm	上層 14.0m	4.0%	1.9%	2.1%
		下層 14.5cm	下層 9.6m	2.8~5.5	1.1~3.0	1.3~3.3
スミパイン区	656 本/ha	上層 26.3cm	上層 13.5m	4.9	2.1	2.8
		下層 13.8cm	下層 7.9m	3.4~6.8	1.1~3.5	1.7~4.4
無散布区	1,001 本/ha	上層 22.9cm	上層 12.4m	4.4	2.8	1.6
		下層 11.8cm	下層 7.6m	3.2~5.9	1.9~4.0	0.9~2.5

3-2-2 試験結果データ間の整合性がない

本試験成績書の表-4 を下に示す。

表-4 試験実施年度(平成 15 年度)における試験区の枯損本数(本/ha)と枯死率(%)

試験区	15 年度	当年枯れ		年越し枯れ(推定)		年度合計	
	当初密度	枯損本数	枯死率	枯損本数	枯死率	枯損本数	枯死率
マツグリーン区	863 本/ha	0	0	0	0	0	0
スミパイン区	637 本/ha	1	0.16	0	0	1	0.16
無散布区	985 本/ha	7	0.71	4	0.36	11	1.10

表-4 の各試験区は、先の表-1 のそれぞれの試験区に対応しているので、各試験区の前年度に枯れ残った松が次年度の当初密度に相当する。

例えば、表-1 及び表-4 のマツグリーン区について考える。

仮に、表 1 のデータが正しいとすれば、2002(平成 14)年度の全体の枯死率が 4.0%であるので、2002(平成 14)度中の枯損本数は 35 ($\div 879 \times 0.04$) 本/ha である。よって次年度の 2003(平成 15)年度当初は、2002(平成 14)年度当初の 879 本/ha から少なくとも 35 本/ha 減少して 844(=879-35)本/ha になる。松枯れによる枯死以外の風害、冠雪害、その他による枯死も考えられるので 844 本/ha 以上になることはない。ところが、表-4 によれば、2003(平成 15)年度当初密度は 863 本/ha である。表-1 のデータから予測される本数 844 本/ha より遙かに多い。

スミパイン区及び無散布区についても、同様に、それぞれ 2003(平成 15)年度当初密度は 624 (=656-32) 本/ha、957(=1001-44) 本/ha か、これらの本数以下になるはずである。ところが両区共にマツグリーンと同様に 2003(平成 15)年度当初密度が表-1 より予測される本数より遙かに多い。

以上の検討結果を下表に示す。

2003(平成15)年度当初密度(本/ha)

	表-4に記載された2003(平成15)年度当初密度 (本/ha)	表-1から予測される2003(平成15)年度当初密度 (本/ha)
マツグリーン区	863	844
スミパイン区	637	628
無散布区	985	957

上に示す通り、本試験成績書の表-1 と表 4 のデータの間には全く整合性がない。本試験成績書で報告されているデータには信頼性がなく、本試験成績書は産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 についての松くい虫防除試験成績書とは云えない。

3-2-3 薬効試験データに推定値が用いられている

表-4 の“年越し枯れ本数の推定には、相関関係が認められた平成 14 年度の当年枯れの枯死率を説明変数、年越し枯れの枯死率を目的変数とした回帰式より推定値を試算した。

※年越し枯れ率(%)= 1. 335 × 当年枯れ率(%) - 0. 5858 (r²=0. 7796、n=10、 p<0. 05)

ただし、推定した年越し枯れ率が一値の場合は、推定値を 0%とする。“
と述べられている。

年越し枯れは、同じ林分でも試験区の傾斜、斜面の向き、標高、天候、さらには前年に施された防除対策の種類等によって異なることが考えられる。ある年度に成立した回帰式が他年度でもそのまま成立するとするのは科学的でない。

そもそも、他年度のデータ間で成立した回帰式を使って得た推定値を薬効判定のためのデータに用いることは、薬効試験の趣旨を理解していない等しい。如何なるデータが得られるか推定できないから薬効試験を実施するのである。薬効評価に推定値を混入させるべきではない。薬効評価には実測値を用いるべきである。

枯死率推定値を用いた試験成績書は防除効果の客観的根拠を示す試験成績書とは云えない。

3-2-4 摘要に薬効の記載がない

一般に、摘要には当該文書の重要事項を記載する。

本試験成績書は、マツグリーン液剤 2 農薬登録申請にあたり同剤の農薬登録申請資料の一つとして農水省に提出されたものである。

本試験成績書の本文ではマツグリーン液剤 2 の防除効果について考察しているが、摘要には、マツグリーン液剤 2 の防除効果に関する記述がない。摘要に防除効果について記載していないことは、本試験成績書をマツグリーン液剤 2 薬効試験成績書とみなしていないことの証しである。

以上の諸点から、平成 15 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)P64「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」は、マツグリーン液剤 2 の薬効を証している資料とは考えられない。

3-3 平成 17 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)38 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」について

3-3-1 本試験書記載の枯死率は実測値とは考えられない

本試験成績書の試験地の概況内容は、3-2 の平成 15 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)79 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」の試験地の林況内容と一致することから上記平成 15 年度受託試験と同一場所で

実施されたものと判断する。

下記の表-1 は各年度の枯死率である。本試験成績書の枯損防止効果に関する調査方法についても”各区の前年の枯損本数、当該年の枯損本数を全数調査し被害率を算出した。”との記載がある。

3-2-1 で指摘したとおり、各調査区の古損木について全数調査を行ったのであれば、各区のそれぞれの年度の枯死率が唯一定まるだけで、複数の枯死率が得られたことを意味する平均値や枯死率のばらつきを表す 95%幅が得られることはない。

表-1 の枯死率は本試験成績書に記載された試験法によって得られた実測値とは考えられない。

表-1 各試験区の 2002～2004 年度における枯死率(上段:平均, 下段:95%幅)

2005年度 試験区	2002年度 (散布試験なし)			2003年度 (マツグリーン, スミバイン試験)			2004年度 (スミバインMC, スミバイン試験)		
	当年枯れ	年越し枯れ	枯死全体	当年枯れ	年越し枯れ	枯死全体	当年枯れ	年越し枯れ	枯死全体
マツグリーン区	1.9 1.1-3.0	2.0 1.3-3.3	4.0 2.8-5.5	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4
スミバイン区	2.1 1.1-3.5	2.8 1.7-4.4	4.9 3.4-6.8	0.0 0.0-0.4	0.2 0.0-0.9	0.2 0.0-0.9	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4	0.0 0.0-0.4
無処理区	2.8 1.9-4.0	1.6 0.9-2.5	4.4 3.2-5.9	0.7 0.3-1.5	0.4 0.1-1.0	1.1 0.4-1.9	0.6 0.3-1.4	0.2 0.0-0.9	0.9 0.4-1.6

3-3-2 薬効試験データに推定値を用いてはならない

本試験成績書の表-5 を下に示す

表-5 試験実施年度 (2005 年度) における試験区の枯損本数(本/ha)と枯死率 (%)

試験区	05 年度 当初密度	当年枯れ		年越し枯れ(推定)		年度合計	
		枯損本数	枯死率	枯損本数	枯死率	枯損本数	枯死率
マツグリーン区	863 本/ha	0 本	0%	0 本	0%	0 本	0%
スミバイン区	635 本/ha	1	0.2	0	0	1	0.2
無散布区	954 本/ha	8	0.8	5	0.5	13	1.4

3-2 の平成 15 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編) 79 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」と同様に、“年越し枯れ本数の推定には、相関関係が認められた 2002 年度の当年枯れの枯死率を説明変数、年越し枯れの枯死率を目的変数とした回帰式より推定値を試算した。”と述べ、3-2-3 で示した回帰式と全く同じ式をすべての調査対象区に用いている。

先にも述べたとおり、年越し枯れは、同じ林分でも試験対象区の傾斜、斜面の向き、標高等、天候、さらには前年に実施された防除対策の種類等種々の条件によって異なることが考えられるので、薬効評価データを得るにあたって、過年度の回帰式を用いることは適切ではない。2005 年度の年越し枯れを確定するのに、2002 年度に得られた回帰式を適用して算出された推定値を用いるのは誤りである。

年越し枯れは実測可能だ。実測値を用いるべきである。

そもそも、条件次第で異なってくるものが考えられる回帰式で得られた推定値を薬効判定のためのデータに用いることは、薬効試験の趣旨を理解していない等しい。

本試験成績書では、表-5 の結果から“通年では、枯死本数、枯死率の順に、マツグリーン区が 0 本 0%，スミパイン区が 1 本 0.2 %、に対して無散布区では 13 本、1.4%となり、薬剤散布区で同等の殺虫効果が認められた(両薬剤散布区と無処理区の間に 5%水準で有意差あり Fisher の正確確率、 $P < 0.05$)”と評価している。しかし、推定値という実測値でないものを含む信頼性のないデータを用いて統計的手法による検定 (Fisher の正確確率検定) をしても統計的意味のある結論は得られない。

さらに、本試験成績書でも摘要に防除効果についての記述がない。先の 3-2 の平成 15 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編)79 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」について述べた(3-2-4)と同様に、登録申請に必要な薬効試験成績書と捉えることは出来ない。

3-4 平成 18 年度農林水産航空協会受託試験成績書(林業編) 42 頁「産業用無人ヘリコプターによるマツグリーン液剤 2 の松くい虫防除試験」について

過去数年にわたって伐倒駆除が行われた保安林内に、100m×100m のマツグリーン液剤 2 散布区、スミパイン散布区試験区が設置され、薬剤散布区とは 100m 離れた、歩道沿いの不定形の約 0.7ha が無散布区として設置された試験区についての報告である。他の試験報告書と同様に、試験区の地図は黒塗り(非公開)である。

2006(平成 18)年 6 月中旬に試験区が設置された。薬剤散布区では「試験地設定の直前の 5 月に年越し枯れを含む被害木の伐倒・搬出が終わっていたために、本数被害率を算出するデータを取ることが出来なかった。無散布区を含む林分では年越し枯れ木が残存しており、無処理区内の年越し枯被害木の発生率は 1.7%であった。」と報告されている。このことから、薬剤散布区と無散布区における過去の枯損木処理に違いがあった

ことが推察される。

2006（平成 18）年 11 月上旬までの、マツグリーン液剤 2 散布区（10 倍希釈液 2 回）、スミパイン散布区（18 倍希釈液 2 回）及び無散布区の枯損木調査結果を下表にまとめた。

枯損木調査結果

	成立木数	枯損木数	被害発生率%
マツグリーン液剤2散布区	1340	0	0
スミパイン散布区	2050	0	0
無散布区	1664	17	1.0

この調査結果に基づいて、マツグリーン液剤 2 散布 10 倍希釈液の「無人ヘリコプターによる 2 回散布（成虫発生初期及び発生最盛期直前）は、対象（ママ）薬剤とほぼ同等の松くい虫被害防止効果を有すると判断された」と報告されている。

無散布区が歩道沿いの不定形のところに設置されていることは問題である。

松枯れは、しばしば、[道路沿いや林縁等から侵入・発生](#)することが多いことはよく知られたことである。本試験のように無散布区が歩道沿いの不定形のところに設定された場合、保安林内に 100m×100m の試験区を確保して設定された薬剤散布区に比べて枯損が多く発生する可能性がある。無散布区の設定が適切ではない。

薬剤散布区と無散布区とで散布前の枯損木処理の違いが推察されたことと、無散布区が歩道沿いに不定形に設定されていることから、薬剤散布区と無散布区の被害発生率の違いが薬剤散布の有無によると判断することはできない。

4. おわりに

「行政機関の保有する情報の公開に関する法律」を利用して、マツグリーン液剤 2 の登録申請用試験成績書の中の無人ヘリコプター散布による松枯れ防除効果にかかる部分の試験成績書を農水省へ情報開示請求して得た。入手した試験成績書の結果から、松枯れ防除効果があるかどうかを検討した。その結果、マツグリーン液剤 2 の登録申請用試験成績書には、

- 1) マツグリーン液剤 2 の防除効果を検証しようとする試験であるにもかかわらず、設定されている無散布区の結果についての報告がない
- 2) 試験成績書記載の調査方法では得られない調査結果が記載されている
- 3) 年度別の成立木数に整合性がない

- 4) 調査結果に実測値ではない推定値が使用されている
- 5) 不適切な無散布区の設定がされている

等があり、マツグリーン液剤2の無人ヘリ空散に松枯れ防除効果があるとは判断できなかった。

農薬登録は、農水省に提出された登録試験成績書の薬効等が独立行政法人農林水産消費安全技術センターで検査され、その結果を踏まえて、最終的に農水省が登録の可否を判断して登録される[農薬登録の仕組み](#)になっている。

マツグリーン液剤2の農薬登録申請にあたり提出された試験成績書に上記のような問題点があったにもかかわらず農薬として登録されていることは、独立行政法人農林水産消費安全技術センターがその機能を十分発揮せず、検査が適切に行われていなかったことを示唆する。

1977年に、農薬メーカーから慢性毒性試験を依頼されていたアメリカのインダストリアル・バイオテスト・ラボラトリーズ（IBTL）社が実施していた試験に関して、アメリカ環境保護局（EPA）が調べた結果EPAに報告された内容とIBTL社の生のデータとの間に食い違いがあることが判明し、EPAが殺虫剤メーカーに対してIBTL社の試験を洗い直すよう指示したという事件があった。松枯れ防除用に使われるスミパインの有効成分であるスミチオンの毒性試験もIBTLに依頼されており[第84回衆院農林水産委員会](#)で問題にされた。

EPAがIBTL社の試験結果を詳細に検討したように、独立行政法人農林水産消費安全技術センターがマツグリーン液剤2の試験成績書を詳細に検査・検討しておれば、防除効果の定かでないマツグリーン液剤2は松枯れ防除農薬として登録されなかった可能性が高い。

今回の検討結果から、無人ヘリコプター散布によるマツグリーン液剤2の松枯れ防除効果についてだけでなく、他の農薬の登録にあたって独立行政法人農林水産消費安全技術センターが登録申請試験成績書の検査というその機能を果たしていた（いる）かどうか客観的に検証する必要があることが明らかになったことを付言する。

2019. 1. 26