

報 文

マツノマダラカミキリの羽化脱出に与える降雨の影響^{*1}鈴木敏雄^{*2} ・ 岡部武治^{*2} ・ 吉田成章^{*3}

キーワード：マツノマダラカミキリ，羽化脱出，雨量

I. はじめに

マツノマダラカミキリ成虫の羽化脱出（以降，羽化と略する）調査において，降雨後に採集個体が少ないと感じることを経験する。羽化調査報告のなかにも，降雨に左右される傾向にあり，降雨時に羽化数が少ない（井戸ほか，1976）とするものがある。しかし，その関係について羽化データ，降雨データを使って解析したものはない。その原因として，欠測があるデータでは，ばらつきの解析ができないこと，数値的な解析手法が難しいことなどがあげられる。羽化数は徐々に増加していき，ピークの後に減少するという経過をたどることから，単に前日の羽化数から増えたか減ったかでは解析できないことがあげられる。

そこで，毎日の羽化数に欠測のない大規模データを使い，羽化パターンを曲線に当てはめる方法によって複数年の解析を行った。

II. 材料と方法

熊本県あさぎり町深田地区と熊本県天草市（旧有明町）で採集した被害材を熊本市花園の4棟の網室に搬入した。採集日は一定しないがおおむね11月である。網室の大きさは縦×横×高さが3.2×4.5×2.0mで，屋根は防虫ネットで覆われており，降雨が被害材に当たる構造である。

羽化調査では羽化室の壁や被害材上に止まっている成虫をできるだけ探して採集した。このため，脱出孔から出てこなかった成虫だけでなく，はい積みした被害材の裏側や陰になっている場所に静止している成虫も採集されていない。

5月1日から8月13日まで採集した成虫数を記録した。欠測はない。調査時間は毎日おおむね午前9時から12時までである。1982年から1987年までの雄雌の羽化合計数を解析対象とした。

解析方法として，適当な曲線を仮定し，非線形の回帰をとり回帰曲線と実測値の偏差について雨量との関係を解析した。あてはめに使用した曲線はRichards曲線（吉田，1979）である。この曲線は生物の成長関係を説明するのに常用されている曲線であり，もっとも適当であると判断した。

羽化の累積曲線に次のRichards曲線をあてはめ， K ， r ， a ， h

の4つの母数をもとめた。

$$Y = K (1 - \exp (r (a - t)))^h$$

(Y : 累積羽化数, t : 時間, K , a , h , b : 定数)

曲線のあてはめにはフリーソフトRを使用した。曲線あてはめでは解析対象以外のデータの影響を小さくするため，すべてのデータを使用せず，調査羽化数がおおむね20頭以上となる日から20頭以下になる日までのデータを使用した。解析の対象のデータは回帰曲線で推定された羽化数が30頭以上となる前日のデータから30頭以下となる日のデータを使用した。但し，その日が降り続いた降雨の中日の場合，降雨が0となる日まで遡るか延長した。

気象データは熊本県熊本アメダスデータ日別値（気象庁，2009）を用いた。

III. 結果と考察

まず，当てはめた曲線が適当であるか否かの判断であるが，曲線の母数の有意性以外は統計的な手法がない。典型的な羽化パターンをした1983年の累積の羽化経過と当てはめた回帰曲線を図-1に示した。この図を見る限り，よく当てはまっており，羽化の経過をこの曲線で表すことに問題はないと判断した。また，表-1にそのときの各母数の推定値およびその標準誤差と有意性を

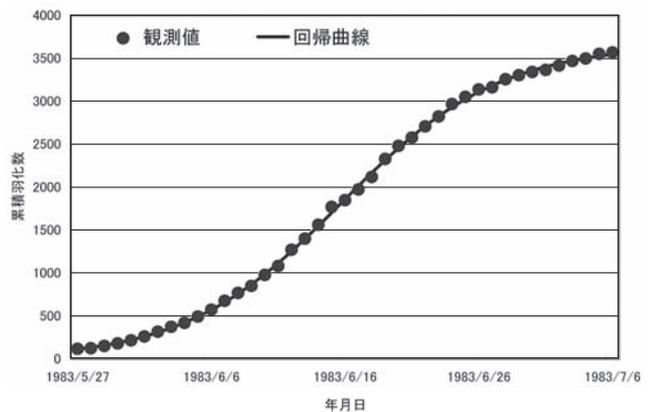


図-1. 1983年の累積脱出経過と回帰曲線

^{*1} Suzuki, T., Okabe, T. and Yoshida, N.: Influence of rainfall on the emergence of *Monochamus alternatus*.

^{*2} 井筒屋化学産業(株) Izutsuya Chemical Industry Co., Ltd. Hanazono1-11-30, Kumamoto, 860-0072

^{*3} 福岡県筑後市古島 5-1 Kojima 5-1, Chikugo, 833-0035

表-1. 1983年のデータをRの非線形回帰に当てはめた結果

Parameters	Estimate	Std. Error	t value	Pr (> t)
k	3666	20.37	179.97	<2e-16***
r	-0.1684	0.005327	-31.6	<2e-16***
a	-20.47	0.5500	-37.21	<2e-16***
h	-1.042	0.07228	-14.41	<2e-16***

Signif. codes : '***' 0.001

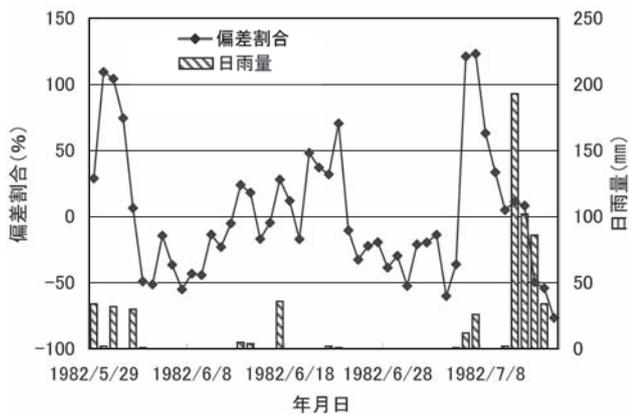


図-2. 1982年の回帰からの偏差割合

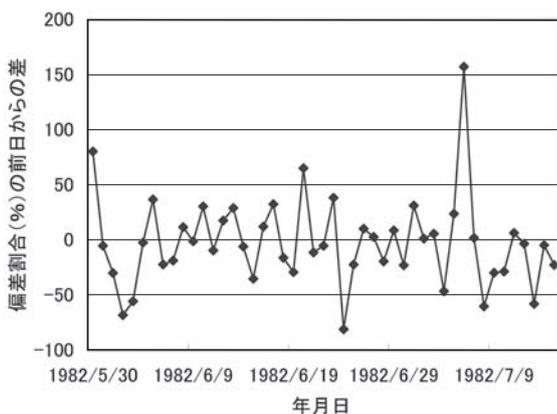


図-3. 1982年の回帰からの偏差割合の差

示した。6件の全データで母数の推定値は0.1%有意であった。

回帰曲線からの偏差は降雨がない場合もばらつきがある。このばらつきは全域で一定ではなく、数値の大きさに比例していると考えられることから、そのばらつきを回帰曲線上の推定値で除した割合（偏差割合と称する）で表した。しかし、このままでは、解析はうまくいかなかった。この曲線は累積値なので、一旦何らかの原因で回帰から離れるとその影響がその後も累積され、降雨の影響がプラス、マイナスの数値として表現されなかった（図-2）。このため、当日の偏差割合から前日の偏差割合を引いた値（「偏差割合の差」と称する）をとった（図-3）ところ、偏りに左右されず日変動をよく表現した。そこで、この数値と雨量との関係を解析した。

マツノマダラカミキリの羽化は、午前9時から12時と午後7時から9時の2回ピークがある（竹谷ほか, 1974）。羽化数調査は1日1回で、時間は午前中であることから、降雨の時間帯によって、その日の調査数（前日午後と当日午前の羽化数）に対する影響と翌日調査数（当日午後の羽化と翌日午前の羽化数）に影響を

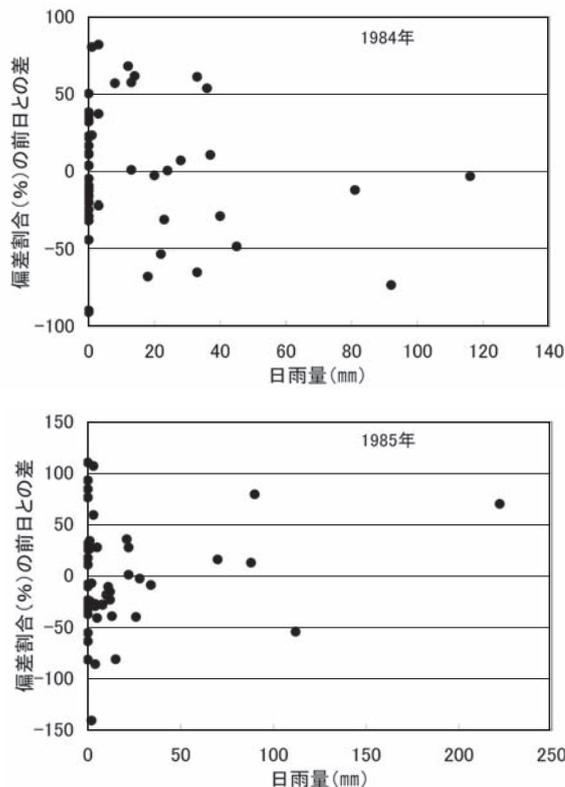


図-4. 1984, 85年の当日の雨量と当日の偏差割合の差

与えていることが考えられた。この点を明らかにするため、降雨の当日の羽化数と翌日の羽化数に対する影響を解析した。

当日の雨量と羽化数との関係を見ると、1982年は明瞭ではなく、1983年と1985年（図-4）は雨量が多くなるとプラス側に分布し、1984年（図-4）、1986年、1987年はマイナス側に分布した。

当日の羽化に対する影響は、降雨の時間帯により異なるが、基本的に雨量との関係が負の係数になるものと見られる。正の係数になる理由として、事前に降雨を予測して羽化が早まることが考えられるが、回帰の性質上翌日の羽化数が大きく下がった場合回帰曲線が引きずられることになることから、必ずしも事前に降雨を予測して羽化が早まるという結論にはならない。この点は降雨の時間帯や前後の関係を個別に検討する必要がある。

翌日への影響を当日と同様に雨量と偏差割合の差との関係のみたのが図-5である。雨量が40mm以下ではばらつきはプラス、マイナスほぼ均等に分布していた。雨量が少ない場合羽化に対する影響は少ないと考えられた。

1982, 83, 85, 76年の4年分では、雨量がおおむね40mm以上でマイナス側の分布しており、降雨の影響を受けていると見られた。しかし、1984, 87年では雨量が40mm以上でもプラス側にも分布しており、必ず羽化数が少なくなるという明確な関係は得られなかった。また、雨量が多いほど影響が大きいという関係は見られなかった。

プラス側に分布する原因として、降雨が続いた場合減少した羽化数が回復することや、降雨の時間帯、持続時間、降雨強度等が関係していると見られた。雨の影響を排除した羽化調査を対照として比較すれば、もう少し結論が明確になるかもしれない。

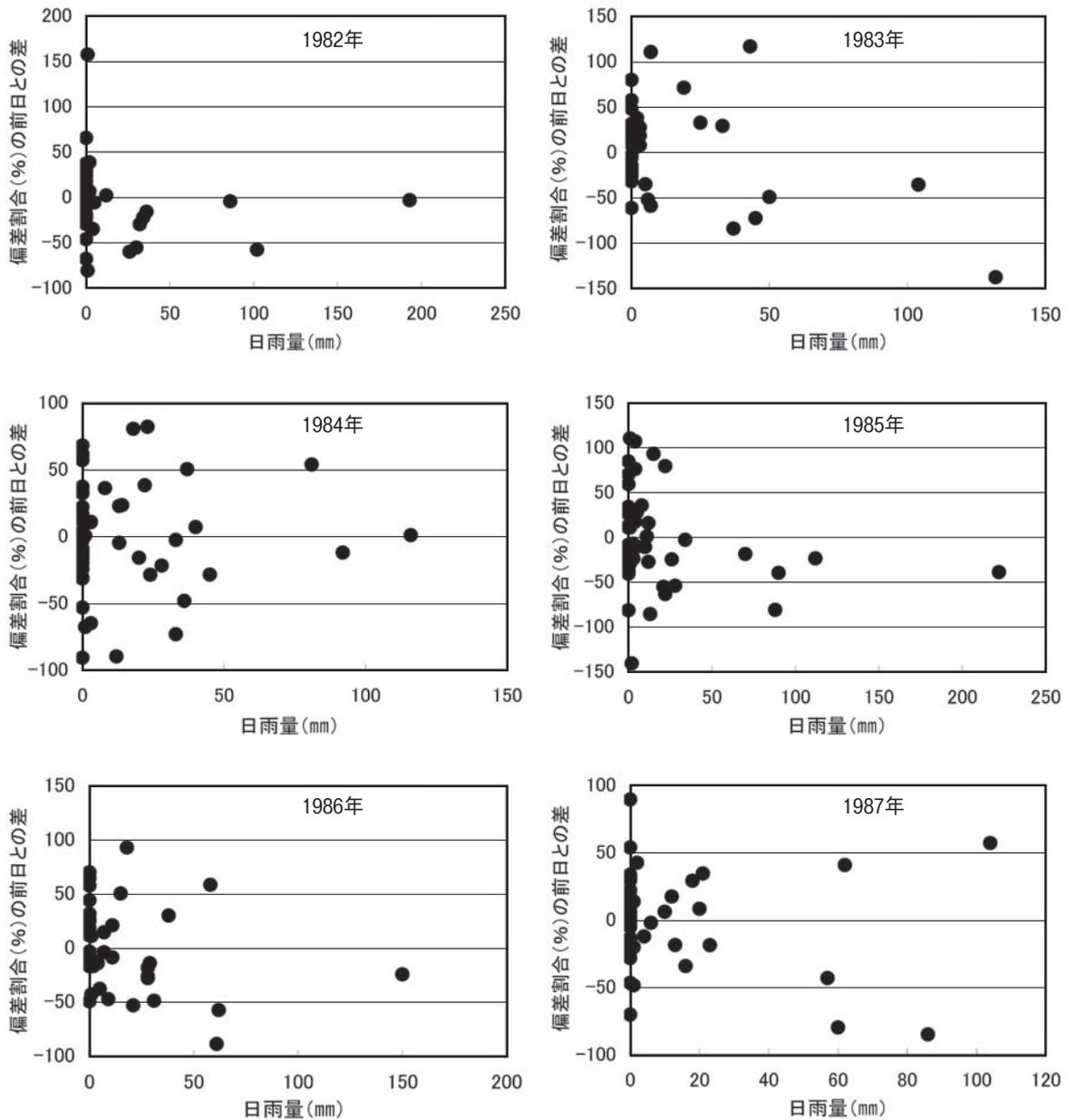


図-5. 当日の雨量と翌日の偏差割合の差

影響する雨量は、被害材の設置状態により異なると考えられる、今回の場合、被害材が積みあげられていたことから、材全体に降雨の影響が及ぶのに40mm程度の雨量が必要であったと見られる。

降雨によって羽化数が抑制されたとすると、その後減少した分だけ羽化数が増加すると考えられる。しかし、先述したように、降雨日に一旦回帰線からマイナス側に外れて、その後10日程度回復しない事例がみられた。成虫が摂食しない場合、寿命は3日程度と見られることから、この現象が実際に起こっているとすれば、被害材から脱出できなかった個体もしくは脱出しても後食場所にいきつけない個体が死亡している可能性があり、今後の課題である。

IV. 引用文献

- 井戸規雄ほか (1976) 第27回日林関西支講：259-262.
- 気象庁 (2009) 気象庁ホームページ気象観測データ.
- 森本桂ほか (1975) 第28回日林九州支講：199-200.
- 竹谷昭彦ほか (1974) 第25回日林関西支講：271-273.
- 吉田成章 (1979) 日林誌 61 (9)：321-329.

(2009年10月24日受付；2010年1月12日受理)