

川崎市におけるナシヒメシンクイの発生活長と気温の変化

Seasonal prevalence of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta* (Busck)) and Changing Temperature in Kawasaki City

澤田 光彬

Mitsuaki SAWADA

要旨

2005 年～2019 年の過去 15 年間の川崎市内におけるナシヒメシンクイの発生活長を示し、単回帰分析や有効積算温度式による世代数推定分析を行った。その結果、麻生区のナシヒメシンクイの年間誘殺数は横ばいであったが、多摩区においては増加傾向にあった。発生世代数については、麻生区においては 4～5 世代であったが、多摩区において一部の年で 6 世代となった。気温の変化については、麻生区・多摩区ともに上昇傾向であった。川崎市内の多摩川梨生産農家に気候変動に関するアンケート調査を行ったところ、80%以上の生産農家が気候変動の影響を感じており、気候変動対策が求められる。

キーワード：ナシヒメシンクイ、多摩川梨、気温変化

Key words: *Grapholita molesta*, Japanese pear (Tamagawa), Changing Temperature

1 緒言

現代世界において温暖化は深刻な問題であり、陸域と海上を合わせた世界平均地上気温は、1880 年から 2012 年の期間に 0.85 °C 上昇したと報告されている¹⁾。地球温暖化は、環境だけでなく農作物へも影響を及ぼしており、日本の農業における温暖化の影響は果樹において、うんしゅうみかんの浮皮の発生²⁾やナシの発芽不良³⁾、野菜においてはトマトの裂果・着色不良等⁴⁾やナスの結実不良⁵⁾が報告されている。また、近年の温暖化により、病害虫の農作物への被害も顕著で、特にニホンナシにおけるハダニ類やカメムシ類の発生、カンキツ類におけるハダニの越冬量の増加などが挙げられる⁶⁾。

川崎市は人口 150 万人を超え、市街化区域が市域の約 9 割を占める都市ではあるが、市内の 2.15%が農地となっており、かわさき農産物ブランドとして、キャベツ、トマト、ほうれん草、小松菜、ダイコン、ブロッコリー、のらぼう菜、メロン、多摩川梨、禅寺丸柿など多くの品目を生産している。川崎市では農業振興部門において、農業者が都市的立地を生かした持続的・自立的な農業経営を行っていくための技術・経営支援や、地産地消の推進及び市民の農業理解を向上させる施策等に取り組んでおり⁷⁾、川崎市農業技術支援センターでは、市内の生産農家に対し、害虫の発生予察情報を適宜提供するなど、安定的な生産量確保に向けて支援を行っている。

川崎市における多摩川梨の本格的な栽培は今から約 250 年前の江戸時代中期の寛政時代からといわれている。最初は川崎区から栽培がはじまり、中原、高津、生田と多摩川を上るように栽培地が広がっていき、大正時代には川崎は関東における梨の一大産地となった⁸⁾。現在は中原区、高津区、宮前区、多摩区、麻生区の約 30 ha で栽培され、川崎市農産物において最も生産量・作付面積が多い農作物である。

ナシヒメシンクイは、ほぼ全世界の温帯域に分布するチョウ目ハマキガ科の昆虫であり、幼虫がナシ等の果実等を加害する。成虫は開帳 10～15 mm、全身暗灰色で、前翅は前縁に 7 対の白短線と、中央に淡色の横条の痕跡がある。幼虫の体は当初乳白色で、成長すると桃色を帯び、体長 12 mm に達する。幼虫は成熟すると樹皮の割れ目などに繭をつくる。発生回数は 1 年に関東で 4～5 回である⁹⁾。ナシヒメシンクイの属する鱗翅目は、1 °C の気温上昇が起こっても世代数に変化は見られず、2 °C の気温が上昇した場合 1 世代の上昇があるという¹⁰⁾。しかし、川崎市気候変動レポート¹¹⁾によると多摩川梨の生産の盛んな川崎市北部の 1985 年から 2004 年における平均気温の上昇傾向は、1.46 °C である。つまり、現段階で川崎市においてナシヒメシンクイは温暖化による世代数の影響を受けないと考えられている。

本研究では 2005 年～2019 年に川崎市麻生区・多摩区で観測されたナシヒメシンクイの発生活長を報告するとともに、ナシヒメシンクイ発生活長と気温変化の関係について検証する。また、多摩川梨生産者が抱えている気候変動に関する問題について報告する。

2 研究方法

2.1 ナシヒメシンクイ誘殺データ

ナシヒメシンクイ発生活長データは、都市農地の多摩区、森林に隣接している農地の麻生区の計 2 か所において、川崎市農業技術支援センターが調査した過去 15 年（2005 年 4 月 1 日～2019 年 10 月 31 日）のフェロモントラップにおける半旬毎の誘殺数を用いた。

2.2 気象観測データ

川崎市環境総合研究所が観測した過去 15 年（平成 16 年～平成 30 年）の麻生区と多摩区の気温データを使用

する。

2.3 有効積算温度

昆虫は変温動物であり、その発育は温度によって変化し、その関係は次式で表される。これを有効積算温度の法則（積算温度の法則）という。

$$K=D \times (T-T_0)$$

備考：K = 有効積算温度，D = ある発育ステージを経過するのに要する日数，T = 温度， T_0 = 発育零点， $(T-T_0)$ = 有効温度

表1 ナシヒメシシクイにおける有効積算温度

発育零点 (T_0)	有効積算温度 (K)	発育上限温度
11.1 ¹²⁾	384 ¹²⁾	28 ¹²⁾

今回の研究では、初期ピークを越冬世代とし、この越冬世代から測定された平均気温を有効積算温度式に当てはめ、発生世代数を推定した。本研究では、実際のピーク値を、世代数とした。なお、越冬世代数が3月に発生していると推定される麻生区の2009年・2014年・2015年・2018年、多摩区の2007年・2008年・2010年・2011年・2014年・2018年は除外し、世代数の推定を行った。

2.4 アンケート調査

JA セレサ川崎協力の下、川崎市内の多摩川梨生産農家61名にアンケート調査を実施した。

3 結果

3.1 ナシヒメシシクイ発生消長

麻生区と多摩区における2005年から2019年の年間誘殺数を表2、表3に示した。年間の誘殺数は都市農地の多摩区に比べ、森林部に隣接している麻生区の方が高い傾向にあった。麻生区の年間誘殺数は横ばいであったのに対し、多摩区の年間誘殺数は2019年に向かうにつれ増加傾向にあった（図1、図2）。

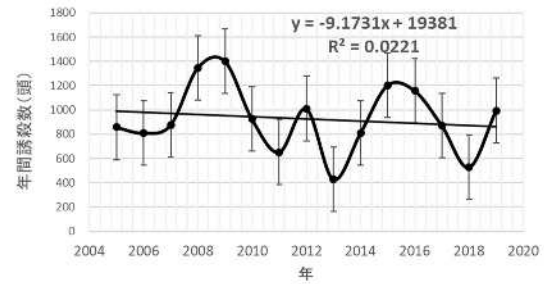


図1 麻生区におけるナシヒメシシクイ年間誘殺数の推移

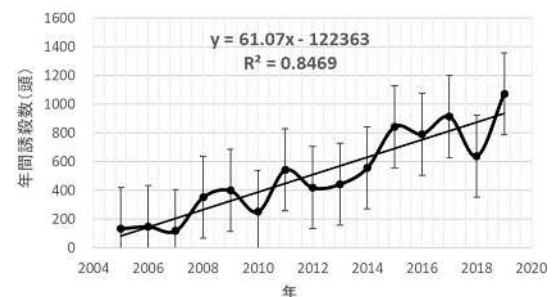


図2 多摩区におけるナシヒメシシクイ年間誘殺数の推移

3.1.1 麻生区における発生消長

年間誘殺数は2009年が1401頭と最も多く、次いで2008年の1346頭、2015年の1203頭、となった。反対に、2013年の428頭が最も少なく、2018年の527頭、2011年の651頭であった。平均月別誘殺数を見ると、4月が最も多く、次いで6月、7月であった。

3.1.3 多摩区における発生消長

年間誘殺数は2017年が914頭と最も多く、次いで2015年の834頭、2016年の793頭となった。反対に、2007年の120頭が最も少なく、次いで2005年の135頭、2006年の149頭、であった。平均月別誘殺数を見ると、9月が最も多く、次いで7月、8月であった。また、誘殺数は、2019年になるにつれて増加傾向にあった。

表2 麻生区における2005年から2019年の月別ナシヒメシシクイ誘殺数

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
4月	151	133	163	316	465	244	36	317	157	198	159	281	196	89	155	204
5月	27	45	100	135	132	87	97	88	26	87	141	130	118	49	97	91
6月	204	151	215	179	253	132	221	214	58	141	243	213	162	124	242	183
7月	187	182	153	185	170	256	191	195	67	107	166	256	120	153	159	170
8月	196	223	137	211	174	65	55	151	108	119	247	187	102	8	111	140
9月	93	70	98	283	198	128	35	31	2	136	217	79	156	89	189	120
10月	0	5	9	38	10	12	16	14	11	20	30	12	17	15	42	17
合計	857	809	876	1346	1401	925	651	1010	428	809	1203	1158	870	527	995	924

表3 多摩区における2005年から2019年の月別ナシヒメシクイ誘殺数

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
4月	18	31	8	26	63	28	9	91	42	80	139	240	162	126	212	85
5月	4	11	11	13	24	25	15	40	28	57	61	89	103	90	94	44
6月	7	5	12	18	64	52	64	77	59	105	137	133	194	93	216	82
7月	20	24	19	50	107	86	118	59	69	109	116	117	124	76	181	85
8月	54	48	25	92	65	37	157	62	95	82	114	72	93	71	115	79
9月	27	26	38	142	71	16	139	68	120	104	212	107	205	138	192	107
10月	5	4	6	12	6	7	41	22	31	22	65	35	33	44	64	26
合計	135	149	120	352	399	251	543	420	444	558	843	793	914	639	1074	509

3.1.2 麻生区における発生世代数の推定

図3から図13において、麻生区における1年間の発生推移を示す。実際に得られた越冬世代のピークを基準として半旬値データに有効積算温度則によって得られた発生世代を矢印で示した。実際のピークと有効積算温度則の矢印が合わないが、これは、日平均気温を用いているため、发育上限温度の影響が反映されないからであると推測される。

実際に得られたピークから、2007年・2010年・2011年・2013年・2016年は越冬世代を含め4世代の発生があると判断される。一方で、2005年・2006年・2008年・2012年・2017年・2019年は越冬世代を含め5世代の発生であると推定された。麻生区においては、気候変動によるナシヒメシクイの世代増加はないと考えられる。

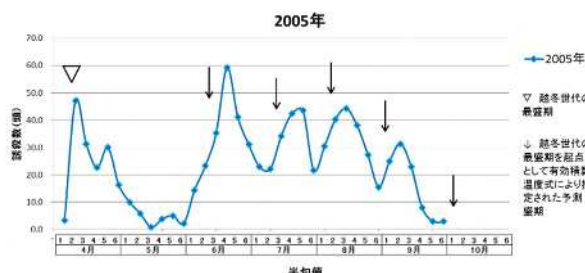


図3 2005年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

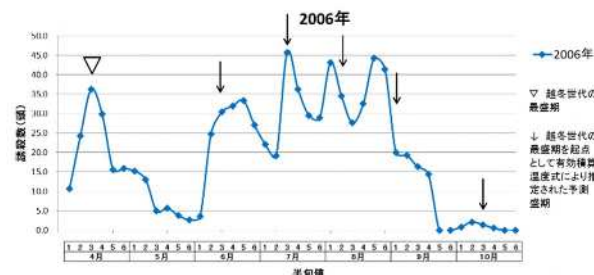


図4 2006年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

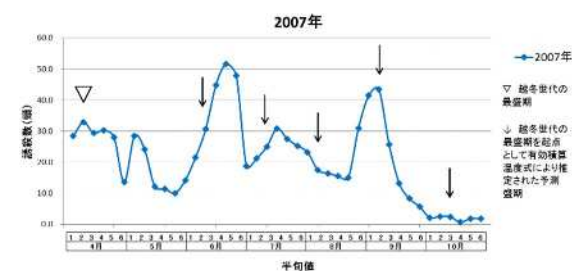


図5 2007年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

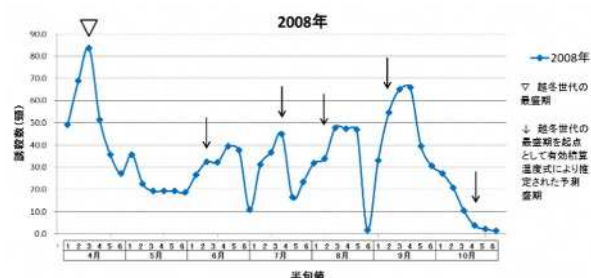


図6 2008年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

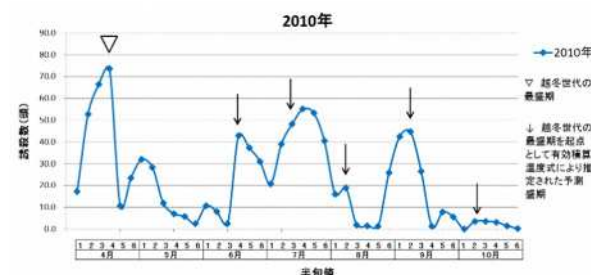


図7 2010年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

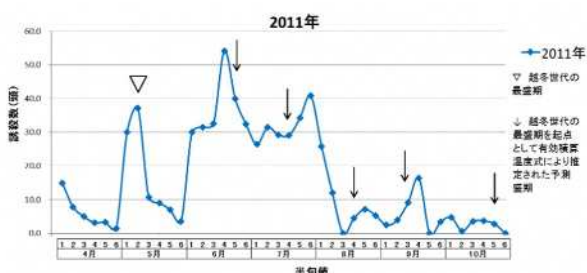


図8 2011年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

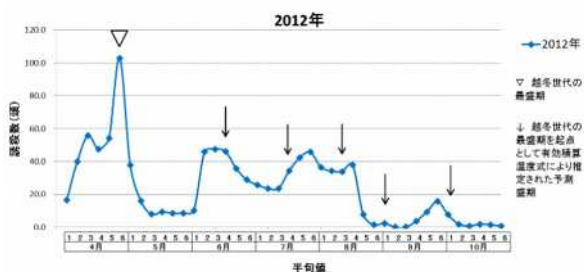


図9 2012年の麻生区におけるナシヒメシクイ誘殺数

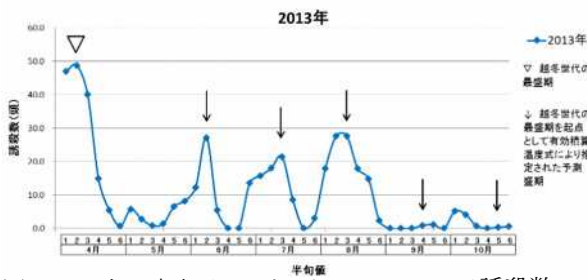


図10 2013年の麻生区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

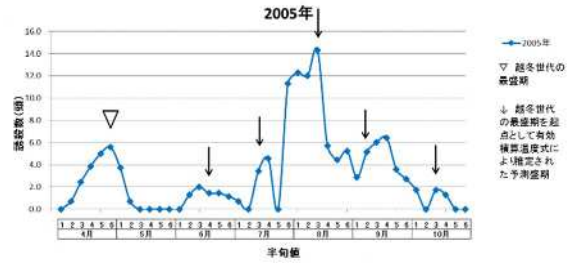


図14 2005年の多摩区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

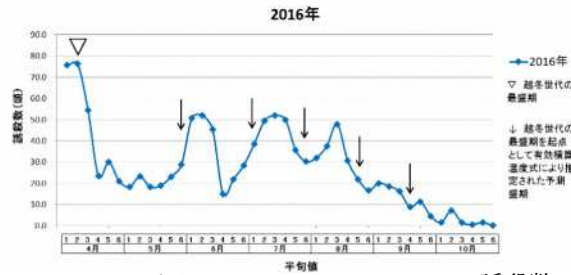


図11 2016年の麻生区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

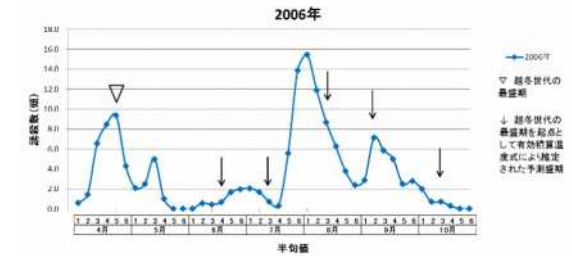


図15 2006年の多摩区におけるナシヒメシंकイ誘殺数



図12 2017年の麻生区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

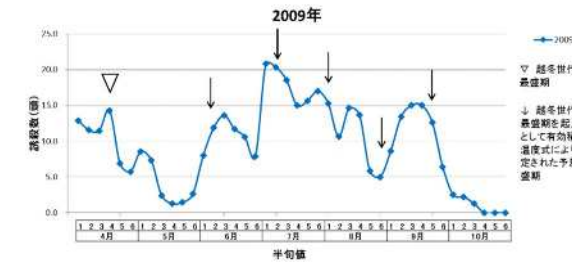


図16 2009年の多摩区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

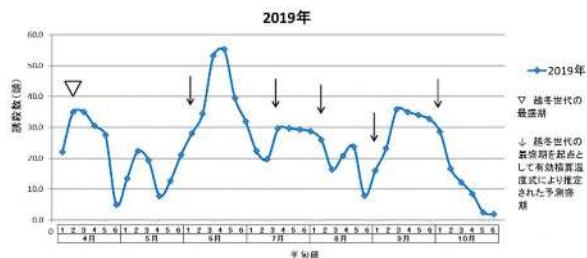


図13 2019年の麻生区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

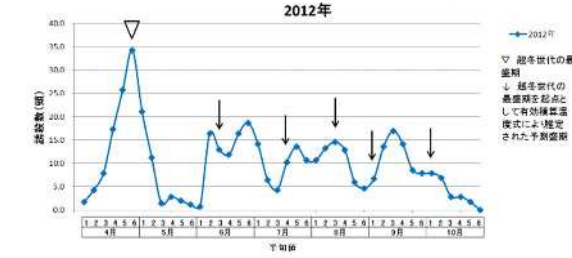


図17 2012年の多摩区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

3.1.4 多摩区における発生世代数の推定

図14から22において、多摩区における1年間の発生推移を示す。実際に得られたピークから、2006年は越冬世代を含め4世代の発生と判断される。一方で、2005年・2009年・2012年・2015年・2017年・2019年は越冬世代を含め5世代の発生であると推定された。さらに、2013年と2016年に関しては、ピーク数及び計算上のピーク（矢印の位置）を鑑みると越冬世代を含め6世代の発生が起こっていると推定される。近年の気温の上昇により、都市農地の多摩区においては、ナシヒメシंकイの世代数が増加しているということが示唆される。

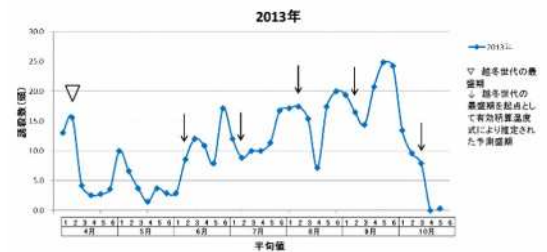


図18 2013年の多摩区におけるナシヒメシंकイ誘殺数

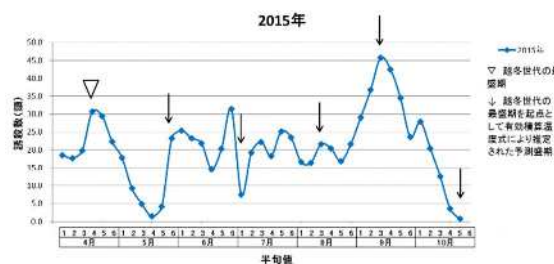


図 19 2015 年の多摩区におけるナシヒメシンクイ誘殺数

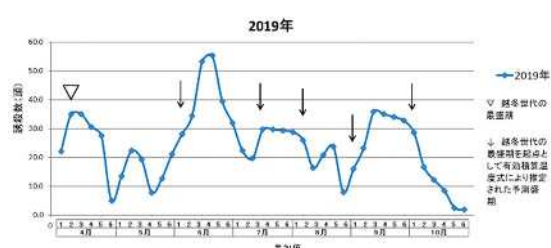


図 22 2019 年の多摩区におけるナシヒメシンクイ誘殺数

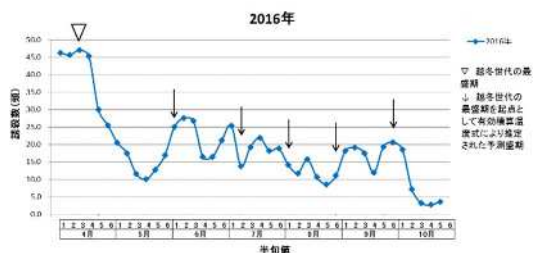


図 20 2016 年の多摩区におけるナシヒメシンクイ発生消長

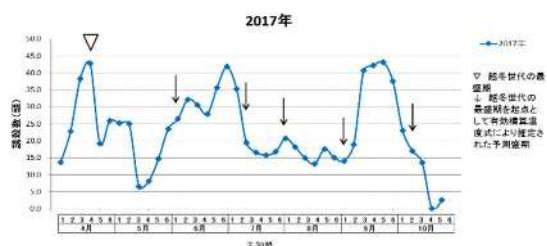


図 21 2017 年の多摩区におけるナシヒメシンクイ発生消長

3.2 気温変化

2005 年から 2019 年の月平均気温を 5 表 4 及び表に示した。ナシヒメシンクイの生育期間に合わせるため、前年の 11 月から 10 月を 1 年間とした。

3.2.1 麻生区における気温変化

図 23 に 2005 年から 2019 年の麻生区における年平均気温の推移、表 4 に 2005 年から 2019 年の麻生区における月平均気温を示した。2016 年の平均気温が高く、次いで 2018 年、2013 年であった。5 年ごとに区切った平均値を見ると、2004 年-2008 年に比べ、2014 年-2018 年の平均気温の方が高いことが分かった。

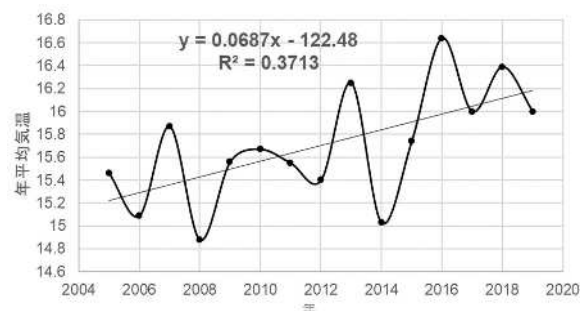


図 23 2005 年から 2019 年の麻生区における年平均気温の推移

表 5 2005 年から 2019 年の麻生区における月平均気温

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
前年11月	14.44	11.97	13.1	11.61	11.66	12.34	12.39	14.29	11.41	12.18	12.73	14.12	11.67	12.29	14.11	12.59
前年12月	4.97	5.74	7.65	4.37	6.9	5.61	6.08	4.48	5.43	4.53	5.29	7.16	7.07	5.43	6.77	5.77
1月	4.94	3.94	6.39	4.71	5.72	5.9	4.19	3.72	4.69	4.96	5.15	6.15	6.14	4.86	5.28	5.1
2月	4.97	5.74	7.65	4.37	6.9	5.61	6.08	4.48	5.43	4.53	5.29	7.16	7.07	5.43	6.77	5.77
3月	7.92	8.96	10	9.76	9.05	8.46	7.05	7.87	11.77	8.97	9.57	10.18	8.46	11.67	10.09	9.26
4月	14.49	12.84	12.77	13.89	14.8	11.67	13.81	13.65	14.37	13.43	13.98	15.51	14.86	16.64	13.2	14.05
5月	17.24	17.99	18.58	17.34	19	17.96	17.87	18.51	18.96	18.75	20.32	20.32	20.13	19.35	19.28	18.74
6月	22.54	21.66	22.06	20.09	21.6	22.69	22.28	20.72	22.31	21.93	21.65	22.47	22.15	21.87	21.18	21.86
7月	24.92	24.64	23.34	25.97	25.18	26.97	26.61	25.75	27.23	25.29	26.59	25.63	27.5	28.2	23.75	25.99
8月	27.17	26.53	27.76	25.65	25.97	28.54	26.86	28.03	28.92	26.22	26.86	27.3	26.79	28.52	27.85	27.22
9月	23.84	22.55	23.73	22.94	22.22	24.24	24.5	24.93	24.85	21.96	22.88	24.63	23.03	23.12	24.7	23.53
10月	18.12	18.52	17.47	17.92	17.71	17.98	18.87	18.39	19.68	17.61	18.61	19.02	17.12	19.36	19.03	18.31
平均	15.46	15.09	15.87	14.88	15.56	15.67	15.55	15.4	16.25	15.03	15.74	16.64	16	16.39	16	15.68
5年ごとの平均気温	15.37					15.58					16.16					

表5 2005年から2019年の多摩区における月平均気温

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
前年11月	14.7	11.5	13.12	12.33	12.27	12.67	12.43	13.9	11.45	12.24	12.97	14.13	11.15	11.61	11.24	12.61
前年12月	8.9	4.78	8.1	7.73	8.66	8.25	8.77	6.37	6.07	7.05	6.19	9.42	8.34	5.98	7.65	7.47
1月	5.16	3.69	6.19	4.99	5.82	5.86	4.12	3.72	4.43	5.23	5.38	5.96	5.3	4.1	4.78	5
2月	6.52	4.74	7.33	5.8	7.21	6.67	6.4	4.89	5.23	5.81	5.76	7.56	6.69	4.99	6.22	6.11
3月	8.25	9.09	10.26	10.13	9.31	8.65	7.41	8.01	11.46	9.47	10.26	10.28	7.95	11.1	9.94	9.4
4月	14.5	12.79	13.22	14.5	15.19	11.9	14.01	13.78	14.32	13.88	14.82	15.48	14.37	16.7	13.38	14.25
5月	17.19	18.12	19.19	18.16	19.69	18.35	18.13	18.87	19.12	19.31	21.31	20.01	19.75	19.66	20.15	19.06
6月	22.45	21.78	22.8	20.97	22.27	23.2	22.59	21.1	22.33	22.55	22.33	22.24	21.78	22.19	22.11	22.18
7月	24.77	24.77	24.12	26.89	25.85	27.49	26.98	26.06	26.99	25.8	26.69	25.28	27.13	28.05	24.69	26.21
8月	27.04	26.66	28.59	26.5	26.5	29.03	27.19	28.28	28.58	26.78	27.04	26.99	26.37	28.02	28.87	27.4
9月	23.66	22.65	24.7	23.92	22.81	24.68	24.62	25.26	24.43	22.62	23.05	24.24	22.66	22.75	25.67	23.72
10月	18	18.62	18.39	18.7	18.19	18.39	18.79	18.65	19.2	18.18	18.76	18.61	16.64	18.92	19.79	18.43
平均	15.93	14.93	16.33	15.89	16.15	16.26	15.95	15.74	16.14	15.74	16.21	16.68	15.68	16.17	16.21	15.99
5年ごとの平均気温	15.85					15.97					16.19					

3.2.2 多摩区における気温変化

図24に2005年から2019年の多摩区における年平均気温の推移、表5に2005年から2019年の多摩区における月平均気温を示した。2016年が最も平均気温が高く、次いで2004年、2007年であった。5年ごとに区切った平均値を見ると、2004年-2008年に比べ、2014年-2018年の平均気温の方が高いことが分かった。また、多摩区の平均気温は麻生区に比べ0.3℃高いという結果になった。

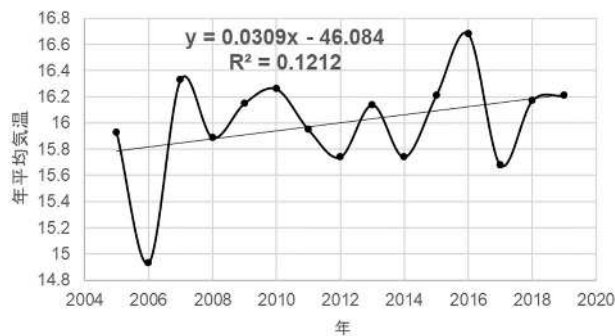


図24 2005年から2019年の多摩区における平均気温の推移

3.3 越冬世代の発生について

ナシヒメシンクイの越冬世代成虫はモモやウメなどの新梢や葉裏に産卵し、孵化した幼虫は梢に食入し、芯折れを作る¹³⁾。これらの樹木がない場合、ナシの結果枝や葉裏に産卵する。孵化した幼虫は結果枝に達して先端の木部を食入し、枝折れなどの現象を引き起こすため、越冬世代の発生を予測することは意義のあることである。

本結果の1～3月の平均気温と越冬世代の発生数について単回帰分析を行ったところ、相関決定係数が麻生区で $R^2 = 0.0002$ と非常に低い値となったのに対し、多摩区で $R^2 = 0.2284$ と相関関係がみられた(図25、26)。越冬世代の誘殺数については、4月の1期から最初のピークが下がりきるまでの値を積算したものとした。

1～3月の平均気温と越冬世代のピーク時期の相関関係を分析したところ麻生区では $R^2 = 0.4764$ 、多摩区では $R^2 = 0.4642$ と高い相関関係がみられた。(図27、28)。

麻生区・多摩区共に、越冬世代の発生時期は1～3月の気温の影響を受けているということが推測される。

図29-30は前年度最終世代誘殺数と越冬世代誘殺数の関係の相関を示したものである。前年最終世代の誘殺数については、その年の最後の1つ前のピークが下がりきった値から10月6期までの値を積算したものとした。前年度最終世代誘殺数と越冬世代誘殺数の関係は、麻生区においては $R^2 = 0.0457$ という値になったのに対し、多摩区では、 $R^2 = 0.5953$ という結果となった。多摩区において相関関係があったことから、越冬世代発生数は、前年最終世代誘殺数の影響を受けていると考えられる。

都市農地である多摩区においては、冬季気温が越冬世代に大きく影響を与えているということが分かった。一方で、森林に近い麻生区においては、実際の気温と林地の気温の差があり測定気温がナシヒメシンクイに影響されていないとも考えられる。

川崎市の農業技術支援センターより、最終発生世代数の情報提供を生産農家へ行うことで次年度の発生に対して早く準備することができる。

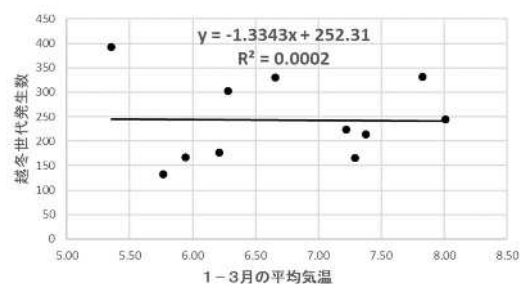


図25 麻生区における1～3月の平均気温と越冬世代発生数の関係

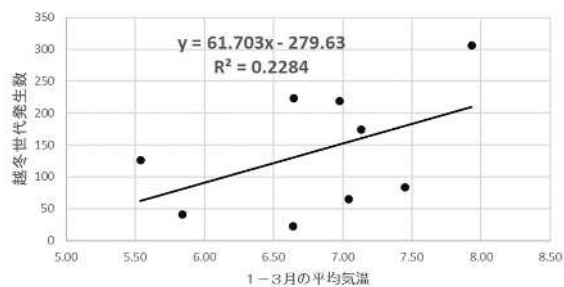


図26 多摩区における1-3月の平均気温と越冬世代発生数の関係

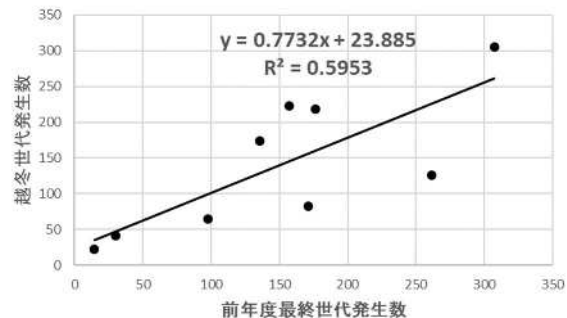


図30 多摩区における前年度最終世代発生数と越冬世代発生数の関係

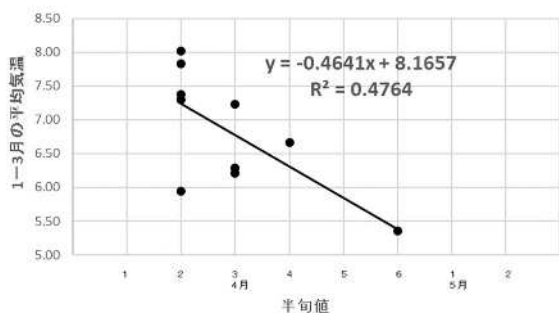


図27 麻生区における1-3月の平均気温と越冬世代発生時期の関係

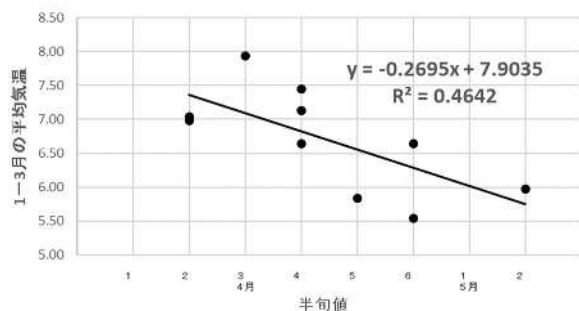


図28 多摩区における1-3月の平均気温と越冬世代発生時期の関係

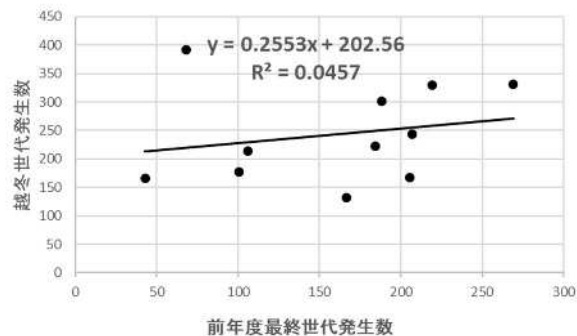


図29 麻生区における前年度最終世代発生数と越冬世代発生数の関係

3.4 アンケート調査

図31から図33は多摩川内生産農家のナシヒメシンクイの発生に関する回答である。アンケート結果から、多摩川梨生産農家の49%がナシヒメシンクイの1年間の発生の増加を実感していた。実際に多摩区の試験地は近年の発消長に増加が見られる(図2)。しかし、発生が増加していないという農家もほぼ半数の43%という結果になった。1年間の発生ピークの回数についても49%の生産農家が増えたと実感している一方、43%の農家を実感していないという結果になった。これは、川崎市や神奈川県からの発生予察情報や農薬の効果によりナシヒメシンクイの発生が抑制されていると考えられる。発生時期に関しては、34%の多摩川梨生産農家が「早まっていると実感する」という回答しており、年間の発生数や発生ピーク数に比べ低い値となった。

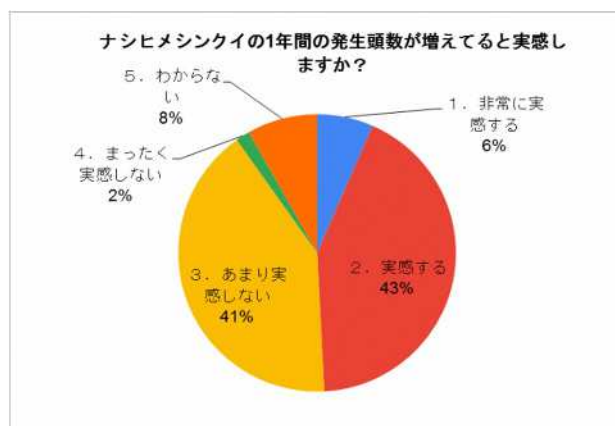


図31 ナシヒメシンクイの年間発生量について

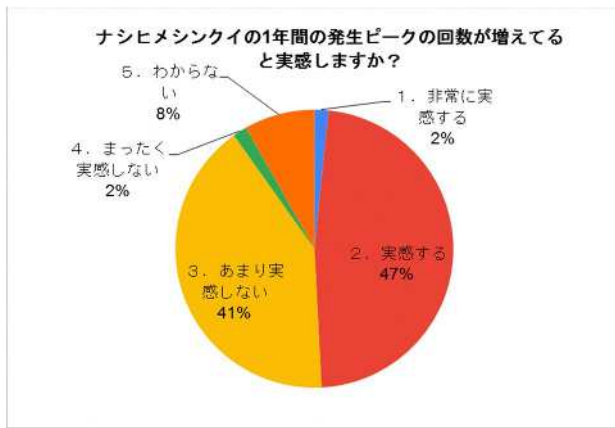


図32 ナシヒメシンクイの年間発生ピークの数について

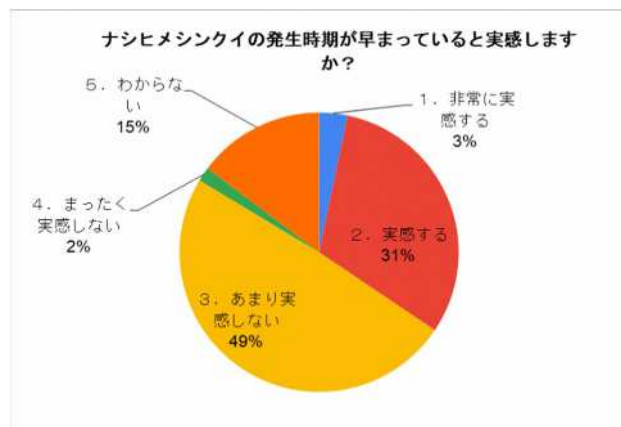


図33 ナシヒメシンクイの発生時期について

図34から図36は多摩川梨生産農家が気候変動に関する回答である。96%というほぼすべての農家が気候変動を感じており、そのうち84%の農家が多摩川梨の生産に影響があるという回答となった。具体的な影響として、害虫が増えた(44%)、収穫量が減った(34%)が挙げられた。

その他の意見として、水浸状の組織が果皮近くや維管束の周辺に生じるみつ症の増加が挙げられた。みつ症は樹勢の低下した樹や強樹勢の樹で発生する傾向にあるが、豊水の場合、6月の高温で助長されるという¹⁰⁾。反対に、味が良くなった(10%)や収穫量が増えた(5%)といった肯定的な意見もみられた。

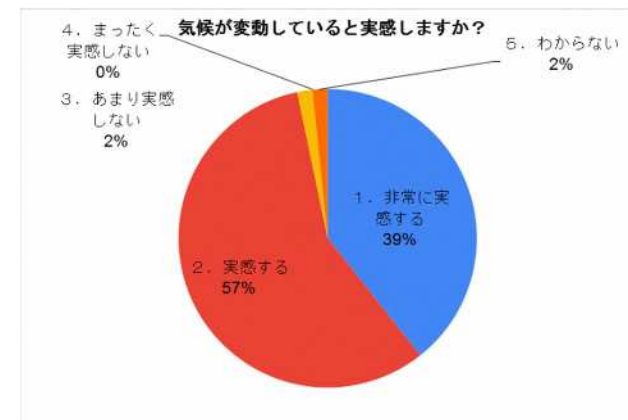


図34 気候変動の実感について

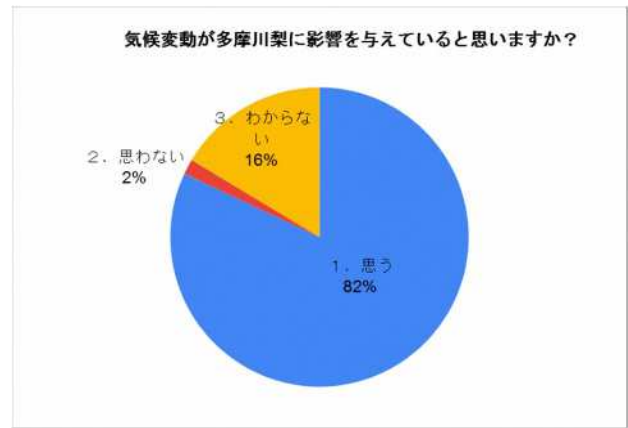


図35 気候変動の多摩川梨への影響について

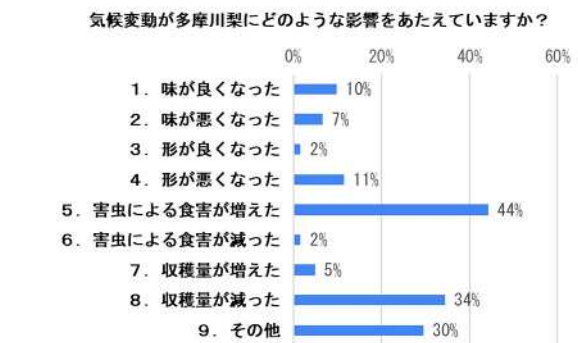


図36 気候変動の多摩川梨への具体的影響について

4 まとめ

・ナシヒメシンクイの年間総発生数は、麻生区においてはほぼ横ばいであったが、多摩区においては増加傾向にあった。

・近年の気候変動により、発生世代数の増加が起こっているということが推定された。また、今後の年間発生数のさらなる増加も起こり、それに伴う多摩川梨の生産量や質の低下も考えられる。

・今後の正確な調査のためには、3月期からのデータを収集し、分析することが重要になってくる。

・麻生区・多摩区共に1～3月の平均気温と越冬世代時期の間に相関関係がみられたことから、1～3月の平均気温が高い年には早期発生のため、注意が必要である。

・多摩区においては、前年度最終世代発生数と越冬世代発生数の関係に相関がみられたことから、最終世代発生数が多い年の次年度は越冬世代の防除を強化したほうが良い。

・多摩川梨生産農家もナシヒメシンクイの発生増加や気候変動の影響を感じていることから、今後もデータ採取や気候変動に対する対策が必要になってくる。

謝辞

本研究にあたり神奈川県農業技術センター、川崎市農業技術支援センターおよびJAセレサ川崎果樹部の方々から多大なるご指導とご鞭撻を賜りました。ここに深謝の意を表します。

引用文献

- 1) 地球温暖化の現状
<https://ondankataisaku.env.go.jp/coolchoice/ondanka/>
- 2) 農林水産省「平成 28 年地球温暖化影響調査レポート」
- 3) 農研機構「温暖化により増加しているナシ発芽不良の主要因が、「凍害」であることを解明」
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nifts/077298.html
- 4) 農林水産省「平成 27 年地球温暖化影響調査レポート」
- 5) 農林水産技術会議「地球温暖化が農林水産業に与える影響と対策」
<https://www.affrc.maff.go.jp/docs/report/pdf/no23.pdf>
- 6) 最新農業技術 果樹 vol.2 P230-231 農文協
- 7) 川崎市勤務のしおり 2019 川崎市総務企画局行政改革マネジメント推進室 P50
- 8) 川崎市：ナシの話
<http://www.city.kawasaki.jp/280/page/0000017785.html>
- 9) 新応用昆虫学 三訂版 斎藤哲夫、松本義明、平嶋義宏、久野英二、中島敏夫 朝倉書店 1996
- 10) 昆虫と気象 桐谷圭治 成山堂書店 2001
- 11) 川崎市気候変動レポート 2021
<https://www.city.kawasaki.jp/300/cmsfiles/contents/0000075/75164/ClimateChangeReport2021.pdf>
- 12) 桐谷圭治：日本産昆虫、ダニの発育零点と有効積算温度定数：第2版、農環研報 31、P1-74（2012）
- 13) あいちの病虫害情報 病虫害図鑑ナシヒメシンクイ
<https://www.pref.aichi.jp/site/byogaichu/nasi-nasihime.html>
- 14) 図解 よくわかるナシ栽培 品種・管理作業・製枝剪定 川瀬信三 株式会社創森社 2020 p161-162