

表(1)西宮浜全域における雨水研数

2008/5/8	スミラブ発泡錠(1g)散布		2008/6/2		スミラブ発泡粒剤(1g)散布		2008/7/1		スミラブ発泡錠(1g)散布	
	水あり	水なし計	水あり	水なし計	水あり	水なし計	水あり	水なし計	水あり	水なし計
1丁目										
道路	100	275	100	275	100	275	100	275	100	275
施設	11	13	11	13	11	13	11	13	11	13
会社	374	217	374	217	374	217	374	217	374	217
その他	23	20	23	20	23	20	23	20	23	20
合計	508	525	508	525	508	525	508	525	508	525
2丁目										
道路	107	487	107	487	107	487	107	487	107	487
施設	6	10	6	10	6	10	6	10	6	10
会社	278	354	278	354	278	354	278	354	278	354
その他	52	60	52	60	52	60	52	60	52	60
合計	443	911	443	911	443	911	443	911	443	911
3丁目										
道路	48	562	48	562	48	562	48	562	48	562
施設	70	316	70	316	70	316	70	316	70	316
会社	252	271	252	271	252	271	252	271	252	271
その他	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
合計	430	1209	430	1209	430	1209	430	1209	430	1209
4丁目										
道路	126	1083	126	1083	126	1083	126	1083	126	1083
施設	286	449	286	449	286	449	286	449	286	449
会社	742	353	742	353	742	353	742	353	742	353
一戸建て・分譲	239	16	239	16	239	16	239	16	239	16
その他	112	205	112	205	112	205	112	205	112	205
合計	1506	2108	1506	2108	1506	2108	1506	2108	1506	2108
合計	381	2407	381	2407	381	2407	381	2407	381	2407
施設	373	788	373	787	373	787	373	787	373	787
会社	1646	1195	1646	1195	1646	1195	1646	1195	1646	1195
一戸建て・分譲	239	16	239	16	239	16	239	16	239	16
その他	247	345	247	345	247	345	247	345	247	345
合計	2886	4751	2886	4751	2886	4751	2886	4751	2886	4751

表(2-1)CDCライトトラップ(ドライアイス併用)による各地区での蚊成虫採集数

地区	アカイエカ		チカイエカ		ヒトスジシマカ		コガタアカイエカ		オオクロヤブカ		計
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1	0	0	0	0	6	129	0	36	0	6	177
2	0	4	0	1	6	69	0	10	0	3	93
3	0	5	0	10	0	38	0	0	0	0	53
4	0	31	0	19	0	15	0	1	0	0	66
5	0	33	0	23	2	13	0	0	0	0	71
6	0	51	0	29	11	54	0	0	0	0	145
7	0	60	0	34	2	30	0	0	0	0	126
8	0	99	0	51	4	32	0	1	0	0	187
9	0	41	0	43	1	13	0	3	0	0	101
10	1	240	1	351	53	206	1	7	0	0	860
全合計	1	564	1	561	85	599	1	58	0	9	1879

表(2-2)CDCライトトラップ(ドライアイス併用)による各地区での蚊成虫種類構成(%)

地区	アカイエカ		チカイエカ		ヒトスジシマカ		コガタアカイエカ		オオクロヤブカ		計
	♂+♀		♂+♀		♂+♀		♂+♀		♂+♀		
1		0		0		76.3		20.3		3.4	100
2		4.3		1.1		80.6		10.8		3.2	100
3		9.4		18.9		71.7		0		0	100
4		47		28.8		22.7		1.5		0	100
5		46.5		32.4		21.1		0		0	100
6		35.2		20		44.8		0		0	100
7		47.6		27		25.4		0		0	100
8		52.9		27.3		19.3		0.5		0	100
9		40.6		42.6		13.9		3		0	100
10		28		40.9		30.1		0.9		0	100
全合計		30.1		29.9		36.4		3.1		0.5	100

表(3)人網法による蚊成虫採集数(22回)

地区	ヒトスジシマカ		チカイエカ		アカイエカ		ヤマヤブカ		オオクロヤブカ		合計
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1	30	70									100
2	8	51									59
3	62	119									181
4	0	8									8
5	21	60			1						82
6	199	230			1						430
7	55	133	2	0	2	8	1	3			204
8	49	220	2	1	3	1					276
9	114	233	0	1					0	5	353
*10	54	441	0	2	0	2					499
合計	592	1565	4	6	5	11	1	3	0	5	2192
構成(%)		98.4		0.5		0.7		0.2		0.2	100.0

10地区は7月15日、8回目採集より10箇所、それまでは4箇所での採集
1~9地区は各地区4箇所の採集

表(4-1)採集蚊幼虫・蛹ならびに採集雨水に対する生物試験

防除域内	イエカ			ヤブカ		
	供試数		羽化率(%)	供試数		羽化率(%)
薬剤散布後日数4令	蛹		羽化率(%)	蛹		羽化率(%)
5/13	5	19	11	0		
5/20	12	3	36	0		
5/27	19	24	0	100		
5/29採水	21	*125	69.6	**125		33.6
6/10	8		6	0	5	0
6/17	15	65	7	0		
6/24	22	30	6	41.7	4	0
6/30採水	28	*248	53.2	**250		91.6
7/8	7	50	0	0		
7/15	14	20	57	0		
7/23	22	5	3	100	5	4
7/29	28	3	1	100	2	0
7/30採水	29	*250	100	**250		100

*印はアカイエカ1令供試幼虫数

**印はヒトスジシマカ3~4令供試幼虫数

表(4-2)採集蚊幼虫・蛹ならびに採集雨水に対する生物試験

防除域外	イエカ			ヤブカ		
	供試数		羽化率(%)	供試数		羽化率(%)
薬剤散布後日数4令	蛹		羽化率(%)	蛹		羽化率(%)
5/13	5		50	100		
5/20	12		34	100		
5/27	19		14	100	3	100
5/29採水	21	*125	100	**125		95.2
6/10	8		257	100	13	100
6/17	15	6	48	100	2	100
6/24	22		96	97.9	4	75
6/30採水	28	*250	84	**250		92.8
7/8	7	34	11	97.8	45	97.8
7/15	14		55	100	69	100
7/23	22					
7/29	28				64	100
7/30採水	29	*250	100	**250		100

*印はアカイエカ1令供試幼虫数

**印はヒトスジシマカ3~4令供試幼虫数

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）

分担研究報告書

疾病媒介蚊監視システムの構築に向けて

——西宮市における蚊幼虫相の地域差と空間解析

研究分担者	小林睦生	感染研昆虫医科学部	部長
研究協力者	二瓶直子	感染研昆虫医科学部	客員研究員
	駒形 修	感染研昆虫医科学部	流動研究員
	津田良夫	感染研昆虫医科学部	室長
	吉田政弘	いきもの研究社	
	水谷正時	西宮市環境衛生課	課長
	望月貫一郎	パスコ研究技術センター	

（研究要旨）ウエストナイル熱等蚊媒介性感染症侵入時の効果的防除対策を構築するためには、地理情報システム GIS の導入が有効であると考え、国立感染症研究所・いきもの研究社・西宮市環境衛生課は、蚊の生息調査や基礎的資料を位置情報をつけながら収集している。2007 年度における全市 10 地区における調査で、道路雨水枡の蚊幼虫相の地域差が認められ、それが下水道の雨水・汚水の分流・合流形式の違いによるものではないかと推測した。また一戸建住宅地内の雨水枡における蚊相にも地域差が認められたことから採集結果の再現性を確認するため、南北に長い市の中央部の 3 地区の再調査を実施した。その結果、2008 年は一戸建住宅では幼虫総数は多かったが、ヤブカ属が生息して地域差があるという傾向は昨年と同様であった。その地域差の要因として水質の影響が示唆された。また道路雨水枡については蚊相の異なる 5 調査区で、再調査を行うと同時に水質検査を行い、下水道の分流・合流地域を図化して、蚊幼虫相の空間解析を行った。今後これら幼虫のデータと成虫調査結果を重ね合わせて、蚊相の監視システムの構築へと進めていきたい。

A. 研究目的

2007年の調査で道路雨水枡における蚊相の地域差が認められ、地理情報システムによる解析の結果、雨水・汚水の下水道が分流式地域では少なく、合流式地域で多いことが分かった。その要因として水質が関係するのではないかとの観点から、道路や一戸建住宅内雨水枡の有無、および貯溜水中の幼虫の再調査と、簡易水質分析をおこなった。これらの結果をコード化し、GISで展開し空間的に解析し、その他の情報と重ね合わせて、監視システムの構築の基礎資料とした。

B. 研究方法

1. 蚊幼虫生息調査

調査時期は7月17日から9月8日で、留守宅等の再調査を含めて9月16日までで終了し、気温が生息の制限要因にならないと思われる時期に行った。調査対象は原則として昨年と同一の住宅で、すなわち全市を10地区に分け、各地区4-5ヶ所の調査区を選び、各調査区あたり10戸選んだものである。本年は、市内ほぼ中央部の3から5地区で実施した。調査を拒否されたり、留守あるいは改築中で調査できない場合は、代替の住宅に変更したりあるいは中止した。住宅地内雨水枡総数、有水枡数、幼虫の有無を調べ、有水枡については採水し、水質検査、幼虫の有無を調べ、幼虫生息枡については枡ごとに幼虫・蛹を採取して環境衛生課の実験室に持ち帰り、幼虫に関しては蚊の種類を同定し、令別に数え、蛹については数のみ記録した。

2. 雨水枡水質分析

採水した検体を、国立理化学研究所の簡易水質分析用バックテストを用いて、水温、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、COD、pHなどを調べた。結果はGISで解析できるように数値で表現した。

3. 情報解析と図化

地理情報としては、基本的には昨年度と同様の衛星画像・空中写真・地図などを用いた。すなわち、日本の陸域観測衛星「だいち」ALOS画像の2次メッシュ、空中写真、西宮市発行の国土

基本図のデジタルマップを用い、地理情報システムGISのソフトArcView(ESRI)で展開した。GISの解析に適するように、調査結果をExcelにまとめて空間解析の資料とした。一戸建住宅については昨年と同様にたとえば031101のようコード化した。すなわち左の数字から地区03、調査区1、一戸建住宅1、住宅の番号01を示している。この結果を昨年度作成したコード化された道路雨水枡の情報と重ね合わせて地図に描き、比較した。

(倫理面への配慮)

本研究では対象動物が蚊であることから倫理面に抵触するものはない

C. 研究結果

1. 一戸建住宅雨水枡の蚊相

一戸建て住宅敷地内雨水枡の蚊幼虫調査を、3-5の地区で主に8-9月に実施した結果を表1に示した。このうち1, 2, 6-10地区については2007年調査結果を用いている。

全市で425戸調査して雨水枡総数は工場・公共施設の用地として開発された10地区を除き、1-9地区では各地区111から218枡、全調査地区総数1,603枡であった。そのうち有水枡は地区別では82から152枡、総数1,094枡で有水枡の割合(有水率)は69%であった。さらに有水枡のうち幼虫生息枡は3-19%平均9%であった。蚊幼虫総数は1,929個体で3-5地区と10地区が40から90個体と他の地区の198から411個体に比較して少なかった。イエカ75個体とヤブカ1,854個体採集され、その割合は4:96で明らかにヤブカが多いことが確認された。地区別に見ると1地区および8-10地区で14-75個体採集できたが、2-7地区において0または1個体であった。本年度再調査した3-5地区については蚊総数も少なかった。10地区も蚊幼虫総数は44個体で2-5地区と同様少なかった。

2. 一戸建住宅と道路雨水枡の蚊相の比較

表1の元となった調査区別、一戸建住宅および道路の雨水枡別の結果を表2に示した。道路雨水枡の有水率は4%、幼虫生息率は38%と、

一戸建住宅の夫々69%、9%と逆の傾向であった。一戸建住宅と道路の雨水枡の幼虫生息枡を下水道の分流・合流図を背景として示すと、図1および2のようになる。調査区ごとの2本の棒グラフの左側は一戸建住宅雨水枡、右は道路雨水枡の幼虫生息率を示す。一戸建住宅の雨水枡では少ないが、ほぼ市全域に見られ地域差は顕著ではないのに対し、道路では南部の地域で多く、北部は少なく、中央部(3-6地区)では地域差が顕著となっている。ただ例外的に100%と高い地域があり、これは有水枡が1個で、それに幼虫が生息していたためである。合流雨水枡の地域は明らかに生息枡が多いことが理解できる。

表2の一戸建住宅雨水枡における、調査区別イエカ・ヤブカ属幼虫数を図化すると(図3, 4)、明らかにヤブカ属が多く、ほぼ全域に分布するが、特に南部の2調査区に高い。イエカ属が多かった地区は1、8、9地区の3調査区に過ぎなかった。

道路雨水枡についても同様に示すと(図5, 6)、北部1及び2地区の全8調査区のうち1調査区で、ヤブカ属が確認されただけであった。3-6地区では全く確認されなかった雨水枡があるほか、6地区の1調査区でヤブカ属が確認されたに過ぎない。また10地区の調査区は両属とも採集されたが、数は少なかった。以上の地域はいずれも下水道は分流方式であった。一方7-9地区は蚊総数の多い調査区が多く、この地域の下水道は合流式であった。

一戸建住宅と道路の雨水枡の採集結果を一枚の図にまとめて示すと(図7)、両者とも蚊総数は合流地域で多い傾向にあり、ヤブカ属に限って比較すると、両者とも多い調査区と、一方のみ多い調査区があることがわかった。

3. 雨水枡貯溜水の水質

予備調査として4月7-11日に、二見公園、西田公園、東三公園および千歳公園、浜田公園および月見里公園の雨水枡の水質検査をした。

水温12-14℃でCOD 5-50ppm、アンモニア態窒素 0.2-0.5ppm以下、硝酸態窒素も1ppm以下が大部分であったが、浜田公園の1雨水枡で夫々10ppm以上、45ppmが記録された。pHは1

単位の間隔で5-8で、大部分は6-7であった。この地域での5月29日、6月30日、7月30日の調査ではイエカの数が1,460から23個体に減少している。水質は、5月に比べ7月ではCODは上昇傾向にあり、幼虫発生の無い地域で高いところもある。しかしCODを含めて、硝酸態窒素、アンモニア態窒素あるいはpHともに生息を制限する要素となっているとは考えにくい。

合流式雨水枡の地域に蚊採集数の多い調査区が多いことから、雨水枡の構造やその水質が影響するのではないかとこの観点から、今年度はその水質を分析した。

一戸建住宅雨水枡については1つの調査区の例を表3に示した。調査項目の中には明らかにアンモニア態窒素、硝酸態窒素、CODなど水質として極端に高い値も見られたが、大部分は生育に影響を与えるような値を示さなかった。しかし、pHなどで比較すると、生息枡では最低5.6も認められたが、6.4-6.6が多かったのに対し、非生息枡では5.4-5.6が多かった。

道路雨水枡については合流式下水道の地域を中心に6月と8-10月の2回、5調査区で幼虫の再調査を行った。その結果を水質と併せて図8に示した。

2回の生息調査の5調査区の合計で明らかのように、6月ではイエカ属が1,142個体であったのに対しヤブカ属は少なく17個体で、各調査区いずれもイエカ属が多かった。一方8-10月の調査結果ではイエカ属366個体、ヤブカ属263個体とヤブカ属の増加が見られ、調査区毎ではイエカ属が多2地区、ヤブカ属が多い2地区、全く採集できなかった地区に分けられ、昨年と同様の傾向であった。水質は地区別に見ると分流区域の二見町ではpH 5.6と低い雨水枡があり、幼虫無枡であった。ほかの地区はpH 6.0-7.0であった。幼虫生息枡ではpH 6.2-7.0、幼虫無枡では5.6-6.8で、幼虫無雨水枡は一戸建て住宅と同様pHが低い傾向であった。

幼虫生息枡は1調査区内では近接する住宅地に集中する傾向があった(図8)。調査対象住宅が、工場や大型建築構造物の地域に有る場合は幼虫生息枡が散在する傾向が見られた(図9)。

D. 考察

一戸建住宅および道路雨水枡の幼虫発生の地域差について、一部の地域では再調査を行い、また水質分析との関係を検討した。

今年度の調査時期を考慮して再調査した結果を、昨年度調査と合わせた結果、西宮市全域の幼虫発生の地域差を明らかにすることが出来た。その地域差の要因の一つとして水質を調査した。今回のような市域全域など広域で、公共施設でなく個人の一戸建住宅を対象にした調査には、種々の制約があり、その条件下としては検査項目を含めて妥当な調査であったと考える。

GISによって、下水道の合流式と分流式地域の分布範囲を図化し、蚊の幼虫調査と水質調査の結果を重ね合わせることで、その特徴を空間的に解析することが出来た。

合流式地域に蚊の発生が多い傾向は明らかであった。水質調査としては、戦後、蚊の種類と水質との関係に関する既往報告では、水温、色、臭気、pH、塩素、過マンガン酸カリ消費量、COD、BOD、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、磷酸、磷酸吸収係数など調査されてきた。その結果、蚊の生息場所のデータでは pH は中性から弱アルカリなど6-8台で、ヒトスジシマカでは7以下、イエカはそれより幅が広く7-8台などが多かった。

今回のように広域に分布する雨水枡の水質調査は例が少ない。検査項目には制約があった。その環境条件下では、採集時期を考慮して分析の回数を増やすことは容易でない。分析項目についても少数に限って実施した。しかし今回の調査は都市域の雨水枡の幼虫調査・水質検査としては重要な事例と考える。

一戸建住宅雨水枡では pH5.4 から7以下が多く、酸性に偏している。西宮市の河川水質分析結果(平成17年度)では pH、溶存酸素、生物化学的酸素要求量 (BOD)、化学的酸素要求量 COD、浮遊物質量 SS 等を調べ、COD は平均 8.2-0.7 で pH は最大値 10.5、最小値 6.5 であった。今回の雨水枡では pH が低く、この要因の一つとして、この地域の土壌の化学性に由来するも

のと考える。しかしこの数値も、下水道水質基準の範囲 pH5.0-9.0 など越えることは無い。

合流式雨水枡の地域に蚊採集数の多い調査区が多いことから、雨水枡の構造やその水質が影響するのではないかとこの観点から、今年度はその水質を分析したが、さらに酸性の要因についても検討する必要がある。

一戸建て住宅雨水枡の幼虫調査では蚊発生の有無や空間分布の特性を明らかにするため、住宅に ID 番号をつけて、道路雨水枡との関係を考慮しながら、蚊発生の有無や分布の特徴を検討することができた。また有水枡総数に対する蚊幼虫の発生している枡の割合は約60%で、道路に比べて高い傾向が確認されたが、これも GIS で目視できる。

今後さらに他の幼虫調査や成虫調査の結果も GIS で蓄積して、総合的な監視体制に繋げる事が期待される。

E. 結論

今年度は時期を考慮した蚊幼虫の道路・個人住宅の雨水枡の再調査の結果を加えて、西宮市の幼虫発生状況や発生源の地域差について GIS を用いて図化することによって、可視的にも明らかにすることが出来た。蚊幼虫総数の多かった地域を、下水道の汚水・雨水の合流・分流地域の分布図を作成して重ね合わせ、また水質調査結果を加えて検討することが出来た。広域で然も個人住宅という制約の中で調査し、他にも優る貴重なデータを収集することができた。その結果は西宮市だけでなく、都市域の蚊の対策に重要であると考えられる。

G 研究発表

1. 論文発表

Tsuda, Y., O. Komagata, S. Kasai, T. Hayashi, N. Nihei, K. Saito, M. Mizutani, M. Kumida, M. Yoshida and M. Kobayashi (2008). "A mark-release-recapture study on dispersal and flight distance of *Culex pipiens pallens* in an urban area of Japan." *Journal of the American Mosquito Control Association* 24: 339-343.

2. 学会発表

二瓶直子, 駒形修, 津田良夫, 吉田政弘, 水谷正時, 望月貫一郎 小林睦生 (2008). 西宮市における蚊幼虫発生状況の地域差について, 第 60 回日本衛生動物学会大会, 栃木県下野市薬師寺 3311-1.

二瓶直子, 駒形修, 望月貫一郎, 陸紹紅, 汪天平, 斉藤康秀, 太田伸生 小林睦生 (2008). 国産陸域観測衛星 ALOS データを用いた日本住血吸虫症の疫学的解析. 第 77 回日本寄生虫学会大会, 長崎大学.

津田良夫, 駒形修, 葛西真治, 林利彦, 二瓶直子, 斉藤一三, 水谷正時, 国田正忠, 吉田政弘 小林睦生 (2008). 都市環境におけるアカイエカの飛翔距離. 第 60 回日本衛生動物学会大会, 栃木県下野市.

H. 知的所有権の取得状況

なし

実用新案登録

なし

その他

なし

図1 西宮市1・2地区 調査区別
一戸建住宅および道路雨水枡における幼虫保有割合



図2 西宮市3-10地区 調査区別
一戸建住宅および道路雨水枡における幼虫保有割合



図3 西宮市1・2地区 調査区別の
一戸建住宅雨水枡における イエカ属・ヤブカ属別幼虫数



図4 西宮市3-10地区 調査区別の
一戸建住宅雨水枡における イエカ属・ヤブカ属別幼虫数



図5 西宮市1・2地区 調査区別
道路雨水枡イエカ属・ヤブカ属別用幼虫数



図6 西宮市3-10地区 調査区別
道路雨水枡イエカ属・ヤブカ属別用幼虫数



図7 西宮市3-10地区 調査区別
一戸建住宅および道路雨水枡におけるイエカ属・ヤブカ属幼虫数



図8 西宮市3地区1調査区における一戸建住宅・道路雨水枡幼虫調査

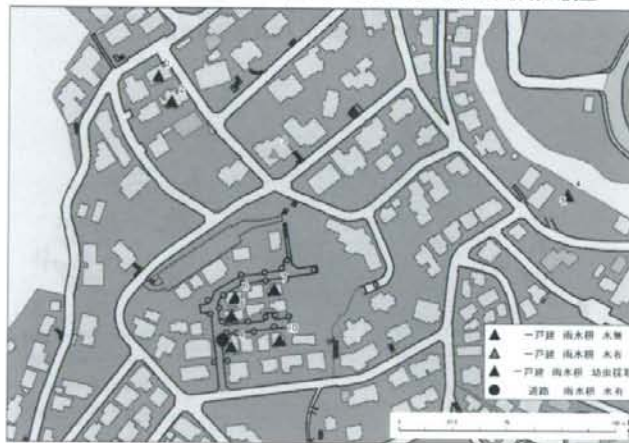


図9 西宮市4地区1調査区における一戸建住宅・道路雨水枡幼虫調査

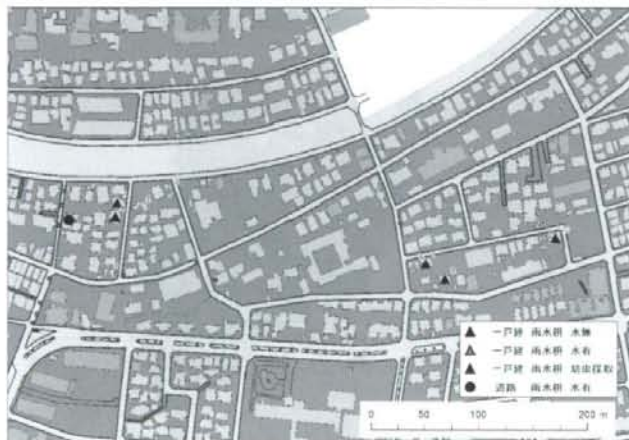


表1 一戸建住宅雨水枡調査集計表

地区	調査年	地区内 全戸数	調 査 戸 数	雨水枡			幼虫 採取		イエカ属 計	ヤブカ属 計	蚊幼虫数 計
				枡総数	水有	水有枡率%	枡数	幼虫有枡率%			
1	2,007	4,551	40	158	106	67	21	20	21	268	289
2	2,007	6,985	40	183	157	86	45	29	1	199	200
3	2,008	5,808	40	155	132	85	30	23	0	91	91
4	2,008	8,666	60	202	144	71	23	16	0	45	45
5	2,008	10,676	50	177	107	82	3	3	0	40	40
6	2,007	7,882	50	218	145	67	27	19	0	273	273
7	2,007	4,949	40	111	82	74	19	23	1	337	338
8	2,007	10,062	50	174	109	63	24	22	24	174	198
9	2,007	10,642	50	149	88	59	23	26	14	397	411
10	2,007	69	5	76	24	32	2	8	14	30	44
合 計		70,292	425	1,603	1,094	69	217	19	75	1,854	1,929

表2 蚊幼虫発生調査(一戸建住宅・道路雨水槽)

1・地区	町・名	一戸建住宅					道路雨水槽				
		発生箇所	発生数	発生率	イカガ	ヤブカ	発生箇所	発生数	発生率	イカガ	ヤブカ
1・地区	27町・内4町	発生箇所	発生数	発生率	イカガ	ヤブカ	発生箇所	発生数	発生率	イカガ	ヤブカ
89,849	千乃大倉3丁目	45	33	4	12	0	80	96	278	5	19
141,994	宮ノ原4丁目	36	18	8	22	0	70	70	111	0	0
161,782	山口町上田4丁目	45	32	2	6	0	43	43	112	8	23
125,770	山口町長原1丁目	32	23	9	39	21	85	88	93	28	1
518,965		158	106	21	20	21	289	289	694	89	12
2・地区	10町・内4町										
79,870	花の郷	42	33	14	42	0	80	80	22	8	0
228,720	真山台3丁目	52	81	8	16	0	39	39	848	3	1
195,843	名場南台3丁目	62	58	12	21	0	19	19	150	5	2
56,815	宮本ヶ丘2丁目	27	15	11	73	1	81	82	82	0	0
559,287		182	197	45	29	1	199	200	1100	14	3
3・地区	8町・内4町										
174,855	舞台町	62	49	10	20	0	22	22	35	2	0
175,548	舞石町	43	43	14	33	0	46	46	18	0	0
68,244	松島町	28	18	4	22	0	13	13	42	0	0
154,588	甲場南本庄町	22	15	2	13	0	10	10	141	2	0
374,615		155	125	30	24	0	91	91	226	4	0
4・地区	37町・内6町										
813,719	仁川町4丁目	39	24	5	21	0	4	4	12	1	1
103,275	上ヶ原九番町	38	31	0	0	0	0	84	18	7	28
106,749	門戸町	34	27	2	7	0	11	11	195	11	3
47,484	甲場南2丁目	41	22	8	36	0	22	22	0	0	0
139,006	広田町	30	21	3	14	0	8	8	284	13	0
92,460	厚原町	23	19	0	0	0	0	0	265	8	1
481,084		202	144	18	13	0	45	45	832	49	12
5・地区	32町・内5町										
71,934	甲場南2丁目	40	10	3	30	0	25	25	80	3	0
84,883	段上町7丁目	23	19	0	0	0	0	87	9	0	0
79,594	林田町	40	28	3	12	0	8	8	38	8	1
193,188	大森町	30	21	3	14	0	4	4	195	28	15
116,002	二見町	44	29	3	10	0	3	3	88	10	4
485,279		177	107	12	11	0	40	40	488	58	20
6・地区	51町・内5町										
96,564	神塚町	34	28	3	11	0	29	29	84	19	4
88,290	中渡谷町	50	25	0	0	0	11	11	459	9	0
89,800	千歳町	37	31	3	10	0	148	148	69	10	3
108,127	久出ヶ谷町	53	25	1	4	0	27	27	199	12	1
76,706	藤井町	44	36	5	14	0	80	80	54	8	2
436,547		219	145	12	8	0	273	273	884	56	12
7・地区	13町・内4町										
107,144	河津町	37	35	8	23	1	222	223	342	55	12
74,905	本町	41	24	5	21	0	52	52	156	42	10
117,849	藤石町	30	21	6	29	0	63	63	195	15	12
73,154	原町2丁目	2	2	0	0	0	0	0	129	12	3
372,852		111	82	19	23	1	337	338	822	124	37
8・地区	34町・内5町										
136,024	甲子園口8丁目	57	48	12	25	0	39	39	272	26	10
91,421	津門南口町	41	13	5	38	3	72	75	286	38	28
81,387	甲子園南田町	36	27	5	19	20	24	44	143	21	13
124,875	寺邊出谷町	18	14	2	14	0	3	3	220	38	28
121,401	南甲子園2丁目	24	7	0	0	1	37	38	418	12	9
365,198		174	109	24	22	24	174	198	1338	133	84
9・地区	13町・内5町										
93,099	甲子園一丁目	49	29	1	3	0	8	8	166	44	12

表3 西宮市5地区04調査区一戸建住宅雨水枡における蚊 幼虫発生源調査

S-地区		2008	面積	雨水枡		幼虫	イエカ属				ヤブカ属				蛹	幼虫	水温	水質検査						
町名ID	住宅ID	月-日	m ²	敷面	水深	採取	1令	2令	3令	4令	計	1令	2令	3令	4令	計	計	水温	溶解	総硬度	COD	7-ヒドロキシ	pH	
04	8	9/5	180	4	4	0					0					0	0	無	26℃	1ppm	0.2ppm	5ppm	0.3ppm	8.4
	7	9/5	229	2	0						0					0	0							
	6	9/5	229	0							0					0	0							
	3	9/5	100	4	4	0					0					0	0	無	27	1	0.2	5	0.8	5.8
	4	9/5	100	5	5	0					0					0	0	無	27	2	0.5	5	0.3	5.4
	5	9/5	100	6																				
	2	9/5	75	4	3	0					0					0	0	無	28	5	1	5	0.2	5.8
	1	9/5	75	2	2	0					0					0	0	無	28	2	0.5	5	0.3	5.8
	9	9/5	125	1	1	1					0			1	1	0	0	有り	27	2	0.5	5	0.3	8.4
	10	9/5	108	2	2	2					0			1	2	3	0	有り	27	2	0.5	5	0.3	8.4

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）

分担研究報告書

西宮市の公園におけるヒトスジシマカの発生密度と周辺環境の評価

研究分担者	小林睦生	国立感染症研究所昆虫医科学部
研究協力者	水谷正時	西宮市 環境衛生課
	吉田政弘	いきもの研究社
	二瓶直子	国立感染症研究所昆虫医科学部 客員研究員
	津田良夫	国立感染症研究所昆虫医科学部 室長

（研究要旨）デング熱、チクングニヤ熱等の蚊媒介感染症対策における予防対策として重要な媒介蚊の発生状況については、系統だった調査が行われておらず、特に都市部の公園におけるヒトスジシマカなどの媒介蚊の発生状況は断片的な情報のみである。本研究事業において、兵庫県西宮市環境衛生課の全面的な協力を得て、全市から10地区を選定し、各地区の2公園においてヒトスジシマカの8分間スウィーピング法によって捕集した成虫密度の調査を5月から10月まで週1回行った。平行して、捕集場所近くの1ヶ所にCDCトラップを設置して蚊の捕集を夕方から翌日の午前中まで行った。西宮市は北緯34°44'、東経135°22'で、ほぼ日本の中央に位置し、北西-南東方向に長く、中心部を六甲山地が貫いている。20公園の面積、3m以上の樹木数、捕集地点周辺での灌木の有無、幼虫発生源からの距離など蚊の捕集数と関係すると考えられる環境と平均捕集数との関係を解析した。各公園の2ヶ所で行った捕集成績は、公園間はもとより同一公園であっても、平均捕集数に大きな違いが認められた。捕集場所に隣接してトラップを設置したが、平均捕集数に相関関係は認められず、多くの公園で8分間スウィーピング法による捕集数がドライアイス誘引剤としたCDC型ライトトラップの捕集数より多い傾向が見られた。公園の面積の大小、公園内の樹木密度（本数/100m²）、公園内の幼虫発生雨水マスからの最短距離と平均捕集数との間に強い相関関係は認められなかった。

捕集場所周辺の環境として隣接する住宅、塀、土手などの遮蔽物の存在と平均捕集数との間に弱い相関が認められた。これは、蚊成虫が潜む場所での風通しに関係していると考えら

れた。平均捕集数と調査期間の最高捕集数とに高い相関が認められたが、8分間の平均捕集数が7-9匹で最高捕集数が20匹を超える公園は、チクングニヤ熱やデング熱の突発した流行時に緊急に蚊の防除を行う必要があること、平均捕集数が2-4匹の公園も平時から防除対策が強く望まれると考えられる。捕集数が多い地点の環境に関しては、樹木による日陰の存在、潜み場所としての灌木の存在、地表に草が存在し、近くに壁や塀などの遮蔽物の存在、幼虫発生源としての雨水マスの存在が重要と考えられた。

A. 研究目的

わが国において現在流行が見られる蚊が媒介する感染症は日本脳炎のみである。しかし、世界的に見るとデング熱は毎年のように東南アジア、中南米、太平洋諸島国等で流行が起こっており、日本の輸入症例は2008年に100例をこえた。一方、2005-2006年にインド洋島嶼国、インド、スリランカ等で170万人を超す大きな流行が見られたチクングニヤ熱はヒトスジシマカ、ネッタイシマカが重要な媒介蚊であり、2008年もインドネシア、スリランカ、マレーシア、シンガポール等で多数の患者が発生している。現在までに5症例のチクングニヤ熱の輸入症例が報告されており、東南アジア等での流行状況によっては、いつ日本にこの蚊媒介性感染症が突然流行するかは予断をゆるさない。2007年に北東イタリアの小さな村で突然流行したチクングニヤ熱は、約300名の患者が発生し、1名が死亡した。この地方の媒介蚊は1990年にイタリアで始めて定着が確認されたヒトスジシマカであった。我が国の都市部に普通に分布している

ヒトスジシマカがどのような場所で発生し、また、成虫発生密度がどの程度かなどの基本的な調査データが欠如しており、他国での発生密度を評価する適当な方法がない。そこで、本研究事業において、兵庫県西宮市環境衛生課の全面的な協力のもと、市内の公園20ヶ所にそれぞれ2地点の捕集場所を設定し、人囮法である8分間スウィーピング法で公園のヒトスジシマカ密度の推定を行い、捕集地点周辺の環境との関係を解析した。

B. 研究方法

1. 調査地域の環境

西宮市は北緯34°44'、東経135°22'で、ほぼ日本の中央に位置し、北西-南東方向に長く、中心部を六甲山地が貫いている。北部の地域は標高が高く丘陵を大規模造成した高層住宅団地で、南部は大阪平野に連なり、標高数m以下の古くからの市街地や新しく開発された海浜の埋立地からなる。これら自然・人文環境の影響を受け、北部と南部では、地表面の傾斜、河川勾配、地下水位の差が顕著で

あり、洪水害リスクの地域差が生じていると考えられる。

2. 調査場所

西宮市を北側から海岸線までの地形を参考に10地区の調査場所を設定した(図1)。各々の調査地区から2公園を無作為に抽出し、公園内のヤブカが捕集されやすいと考えられる2地点を捕集場所A,Bを選定した。A地点の数メートル離れた樹木にCDC型ライトトラップを設置し、夕方から翌日の午前中まで蚊の捕集をおこなった。8分間スウィーピング法およびCDCトラップで捕集された蚊は種類、雌雄ごとに記録した。各公園の面積は西宮市が保有している資料から入手した。3m以上の樹木は各公園でカウントし、地図上に樹木の位置を記録した。公園内および周辺道路の雨水マスに関しては、貯水の有無を記録し、幼虫の発生が認められる場合には、3回の柄杓による捕集を行い、持ち帰って幼虫数総数を記録し、種の同定を行った。調査は5月13日から10月28日まで毎週行ったが、8分間捕集法によるヒトスジシマカの捕集数に関する解析には、5月と10月の成虫発生密度がばらつくことが予想されたため、6月から9月の間の15回の調査結果を利用した。

C. 結果

1. トラップにおける蚊の種構成

CDCトラップで捕集される蚊の種類とし

ては、アカイエカ、チカイエカ、ヒトスジシマカ、コガタアカイエカ、オオクロヤブカ、キンバラナガハシカ、ヤマトヤブカの7種であったが、アカイエカ種群とヒトスジシマカが他の4種より明らかに捕集数が多かった。また、アカイエカ種群が多い公園、ヒトスジシマカが多い公園がそれぞれ存在した。公園内および周辺道路の雨水マスにおける幼虫調査においては、アカイエカ種群、ヒトスジシマカ、ヤマトクシヒゲカ、ヤマトヤブカ、トラフカクイカの6種類が確認された。

2. 公園内および道路側溝の雨水マスにおける有水状況

10地区20公園での調査において、公園の面積によって雨水マスの数が異なるが、調査期間を通じて全く水が溜まっていない公園が3ヶ所、有水率が10%以下の公園が2ヶ所存在した。最高の有水率は86.4%であり、海岸線に近い低地に位置する公園であった。22回の調査における平均有水率は26.7%であった。一方、調査対象の公園周辺の道路に存在する雨水マスの調査を行った。全く雨水マスが存在しない地区、存在していても期間を通じて全く水が溜まっていない雨水マスがあり、22公園の中で周辺道路に有水雨水マスが存在する公園は7ヶ所であった。その雨水マスの平均有水率は31.4%であった。

3. 各公園2ヶ所の8分間スウィーピング法による捕集数について

AおよびB地点で両方とも全く捕集されない公園が2ヶ所存在したが、平均捕集数が1以下の地点数が14ヶ所存在した。最高捕集数は15回の調査で8.67匹/8分間であり、公園および捕集地点で相当捕集数に差があることが明らかとなった。図2は各公園におけるAおよびB地点での平均捕集数の相関を見たものであるが、弱い相関が認められるが、AおよびB地点での平均捕集数が相当異なる公園が存在した。

4. 8分間スウィーピング法による捕集数における最高捕集数と平均捕集数との相関

各公園のA地点における最高捕集数を見ると、8分間で20個体を超す非常に成虫密度の高い公園が3ヶ所存在する。また、10個体代の公園が6公園存在し、時期によっては密度が相当高いことが明らかとなった。最高捕集数が認められる時期としては、7月下旬から8月上旬が多い傾向があるが、10月上旬に最高捕集数を記録した公園も認められた。6月から9月での平均捕集数では最高が8.7個体と多い公園が見られ、8分間で2個体以上が吸血飛来する公園が10ヶ所存在した。最高捕集数と平均捕集数との間に高い相関が認められた。

5. 公園内の平均有雨水マス数とヤブカ幼虫数との関係

公園内に多数の有雨水マスが存在した場合、これらから幼虫が多数発生して、羽化成虫が8分間スウィーピング法で多数捕集されることが予想される。しかし、周辺道路等にも発生源が存在することから、公園内のみの幼虫発生源の調査で全体の成虫密度が把握できるか否かは問題のあるところである。公園内の雨水マスの数は、面積に関係していると想像される。今回の調査で、平均有雨水マス数は0~9.2ヶ所と公園によって大きな違いが認められた。この平均値とそれらに発生するヤブカ幼虫数との相関を調べたところ、弱い相関が認められた。幼虫が発生する可能性のある雨水マスの数が多い場合には、全体として柄杓ですくい取られるヤブカ幼虫数の数が多くなるとの結果である。

6. 8分間スウィーピング法による平均捕集数と捕集地点周辺での遮蔽物との関係

遮蔽物有無に関する数値的表現は捕集地点の環境を種々の角度から撮影した写真によったが、1)捕集地点の近くに住宅が存在する、2)公園と民間の敷地を隔てる塀が存在する、3)風の通りを妨げる構造物が存在する、4)土手などの構造物が存在するなどを写真で判断し、1~3のスコアをつけて解析を行った。その結果、遮蔽物に関するスコアが高

いほど蚊の捕集数が多い傾向が見られ、中間の相関係数を得た。これは、蚊の潜み場所において、風通しが悪いほど潜み場所として適しているのではと推測された。

7. ヒトスジシマカの捕集数に影響を与える環境要因

本研究において、8分間スウィーピング法による平均捕集数と種々の環境要因との相関関係を検討した。その結果、表1にあるように捕集数の増加に関係する要因、関係しない要因とにある程度分けることが可能となった。現時点でのまとめとしては、数学的解析が不十分であるので、その点をご理解いただきたい。

捕集数が増加する要因としては、1) 樹木による日陰の存在、2) 潜み場所としての灌木の存在、3) 地表面における植物の存在、4) 遮蔽物の存在、5) 幼虫の発生源である有雨水マスなどの要因が考えられる。一方、関係しない要因としては、1) 公園の面積、2) 3m以上の樹木の密度、3) 捕集場所から幼虫発生源までの最短距離などが考えられる。また、ライトトラップによる捕集数と8分間スウィーピング法による捕集数とに何らの相関も認められず、多くの場合に、ヒト罔法である8分間スウィーピング法による捕集数が明らかに多い傾向が認められた。

D. 考 察

2005年から2006年にかけてのインド洋島嶼国、インド、スリランカ等でのチクングニヤ熱の流行において、ヒトスジシマカが重要な媒介蚊として、それらの流行に関わった。また、2007年の北東イタリアでの小さな村におけるチクングニヤ熱の流行においても、米国から輸入されたヒトスジシマカが媒介蚊であった。イタリアでのヒトスジシマカの成虫密度に関して、種々の情報があるが、成虫密度を評価する方法が確立されておらず、どの程度の発生密度なのか評価ができない。そこで、世界的に共通したヒトスジシマカの密度評価の方法を確立するための基礎的な調査として、ヒト罔法の1種である8分間スウィーピング法によって、兵庫県、西宮市の公園の種々の地点で捕集数を比較し、季節性、周辺環境との関係を解析した。その結果、ヒトスジシマカの潜み場所に適した環境がある程度明らかになった。8分間スウィーピング法による捕集数が20個体を超す環境は、公園としての環境は決して良いとは言えず、地域住民が公園内で立ち止まることが不可能と考えられる密度である。1940年代の日本での Dengue 熱の流行以降、我が国ではヒトスジシマカが媒介する感染症は全く流行していない。その意味で、ヒトスジシマカを単なる不快昆虫として扱う傾向が高い。しかし、インド洋島嶼国で始まったチクングニヤ熱の流行は、2008

年も東南アジア諸国で流行しており、いつ日本に輸入患者が原因となる突発した流行が起こるか分からない状況である。今回の調査で、7月下旬から8月中旬にかけての8分間スウィーピング法による調査で、5個体以上吸血飛来が見られる公園環境においては、防除を緊急に行うことが重要であり、平常時からこれらの基本的な調査を行う必要があると考えられる。

E. 結論

8分間スウィーピング法による平均捕集数と種々の環境要因との相関関係を検討した。その結果、捕集数の増加に関係する要因、関係しない要因とにある程度分けることが可能となった。捕集数が増加する要因としては、1) 樹木による日陰の存在、2) 潜み場所としての灌木の存在、3) 地表面における植物の存在、4) 遮蔽物の存在、5) 幼虫の発生源である雨水マスが多いなどの要因が考えられる。一方、捕集と関係しないと考えられる要因としては、1) 公園の面積、2) 3m以上の樹木の密度、3) 捕集場所から幼虫発生源までの最短距離などが考えられる。

G. 研究発表

1. 論文発表

1) Kobayashi M, Komagata O, Nihei N. Global warming and vector-borne infectious diseases. Journal of Disaster Research 3(2):105-112,

2008.

2) Kobayashi M, Kasai S., Sawabe K., Tsuda Y. Distribution and ecology of potential vector mosquitoes of West Nile fever in Japan. Global Environmental Research, 12:27-33, 2008.

2. 学会発表

1) Kobayashi M. Northern expansion of dengue vector distribution in Japan by global warming. The 2nd Korea-Japan-China Forum on Communicable Disease Control and Prevention "Climate Change and Health", October 15, 2008, Seoul.

2) 小林睦生, 二瓶直子, 水谷正時, 吉田政弘, 津田良夫. 我が国の都市部におけるヒトスジシマカの幼虫発生状況と成虫密度評価法について. 第43回日本脳炎生態学研究会, 2008年5月30日~5月31日 観音寺市.

H. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

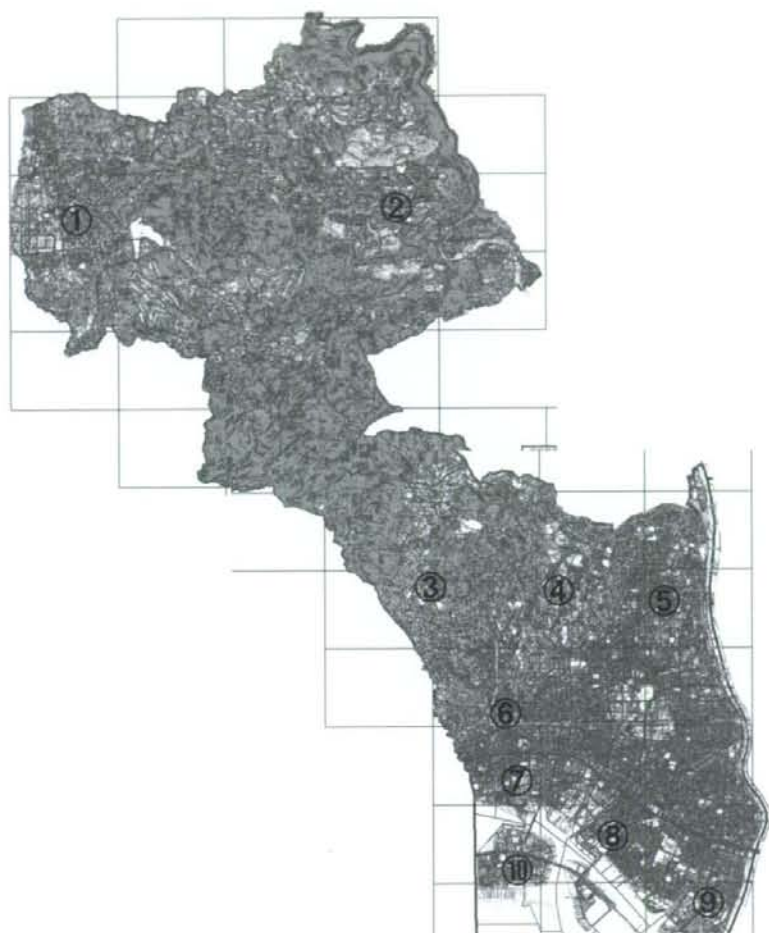


図1 西宮市の地形図とヒトスジシマカの調査地区

(①～⑩)