



図3 木酢液2種のイエバエに対する忌避効果, 検定装置内各区画内のイエバエ分布個体数. A: 木酢液C (滴下直後). B: 木酢液G (滴下直後). C: 木酢液C (3h風乾後), D: 木酢液G (3h風乾後)
 ■ 木酢液処理区画 ▨ その他 (真中) の区画 □ 無処理区画.

図3のCとDに示した通り, 木酢液Gの忌避効果は消失した.

竹井・林 (1968) は魚肉でハエを誘引し, 木酢液を処理すると誘引数が減少することから木酢液に忌避効果があると述べている. 彼らの試験方法では魚肉と木酢液は密閉に近いガラス容器の中に入れられているため忌避効果が観察できたものと思われる. 竹井・林 (1968) の研究においては木酢液の品質によって効果にはかなりのばらつきがあることが観察されており, 木酢液の分画を試みたところ, 中性区, 塩基性区, フェノール区が忌避効果に関与していることを報告している. しかし, 忌避効果に関与する成分の特定までは行われていない. 前報 (駒形・本山, 2004) で報告したごとく, 木酢液CとGは分析を行った市販木酢液の中で総合的に含有成分濃度が最も高い資材であったが, GがCよりも明らかに高い成分は, 溶解性

タール, 酢酸, およびフェノール類の中で特にメトキシフェノール等であった. これらの中のどの成分がイエバエに対する忌避効果に関与しているかは今後の興味深い研究課題である.

これらの結果は木酢液の害虫忌避効果には偏りがあることを示したが, 偏りの原因には木酢液の品質と試験方法の両方が関わっていると思われる. しかし, 木酢液の忌避効果が室温下で揮発によって簡単に失われるとすれば, 野外で害虫に対して持続的な防除効果を発揮するのは困難と推察される.

3. 水生生物に対する影響

木酢液の使用方法として, 水田で田面水施用する場合が考えられる (農山漁村文化協会, 2003). そのような場合は非標的生物, 特に水生生物に対する毒性を評価しておく必要がある. 千葉県大網白里町瑞穂地区砂田の谷津田の休耕田を利用して

造成した池に、木酢液Cを水路を通して直接投入して、ミジンコおよびユスリカ幼虫の相対密度に及ぼす影響を調べた結果は、各々表4と表5に示した。木酢液投入量は田面水での施用を参考に、それと同様になるように設定したものである。ミジンコについては調査を実施した時期には主として3つのグループ、すなわちミジンコ類、ケンミジンコ類およびマルミジンコ類が捕獲されたが、それ以下の種の同定は行わなかった。池①～③は木酢液を投入した池④の上流に位置するので対照区として用いた。池④は細長い形状だったので、サンプリングによるデータの偏りを平均化するために調査点数を5ヶ所取った。池⑤から⑦は池④の下流に位置し池④の水が順に流入する配置になっていた。表4の結果を見ると、ミジンコの分布は調査地点やミジンコの種類によって偏りがあったが、対照区の池①から③のコドラート当たりの平

均個体数で判断すると、投入直前に比べて1日後には若干減少し、7日後には回復～増加という傾向が見られた。木酢液を投入した池④についてもほぼ同様の傾向が見られたので、これは自然変動の範囲内であり、木酢液の影響はなかったことを示唆した。下流に位置する池⑤～⑦についても同様の傾向があった。池⑤～⑦については、木酢液投入直前の平均個体数が 229 ± 345 と異常に多いのは、池⑦の845頭/コドラートの影響であり、傾向としては池①～③あるいは池④と大差ないと思われる。

ユスリカについても(表5)、池①～③、池④および池⑤～⑦の相対密度の比較から、木酢液の影響はなかったものと思われる。従って、木酢液Cに関しては、10,000倍希釈程度の濃度では、ミジンコやユスリカ幼虫に対しての影響はないものと考えられる。また池④について木酢液投入前後の

表4 野外実験池のミジンコ類の相対的密度に及ぼす木酢液C投入の影響

池 地点	個体数/コドラート											
	ミジンコ類			ケンミジンコ類			マルミジンコ類			計		
	直前	1日後	7日後	直前	1日後	7日後	直前	1日後	7日後	直前	1日後	7日後
①	0	0	0	28	20	0	0	0	0	28	20	0
②	0	0	0	0	71	0	0	23	0	0	94	0
③	0	0	0	97	0	193	32	0	0	129	0	193
平均	0	0	0	42	30	64	11	8	0	52	38	64
SD	0	0	0	50	37	111	18	13	0	68	50	111
1	0	0	0	170	0	142	34	0	0	204	0	142
2	0	0	21	103	179	367	34	205	0	137	384	388
④ 3	0	0	0	32	0	66	32	0	0	64	0	66
4	0	0	0	0	34	23	0	34	0	0	68	23
5	0	0	0	140	47	0	0	0	0	140	47	0
平均	0	0	4	89	52	120	20	48	0	109	100	124
SD	0	0	9	72	74	149	18	89	0	79	162	157
⑤ 1	0	0	0	77	136	140	0	59	0	77	195	140
2	0	0	0	28	20	68	59	0	0	87	20	68
⑥ 1	0	0	0	71	69	97	0	0	0	71	69	97
2	0	0	0	64	77	133	0	0	0	64	77	133
⑦	65	0	41	647	69	183	133	23	0	845	92	224
平均	13	0	8	177	74	124	38	16	0	229	91	132
SD	29	0	18	263	41	44	59	26	0	345	64	59

表5 野外実験池のユスリカ幼虫の相対密度に及ぼす木酢液C投入の影響

池 地点	個体数/コドラート		
	直前	1日後	7日後
①	8	2	21
②	4	12	1
③	12	8	6
平均±SD	8±4	7±5	9±10
1	12	0	0
2	2	5	10
④ 3	4	18	2
4	12	10	6
5	3	1	3
平均±SD	7±5	7±7	4±4
⑤ 1	5	29	13
2	3	12	5
3	39	15	35
⑥ 4	53	41	31
⑦	4	14	8
平均±SD	21±24	22±12	18±14

水質について調べた結果は表6に示したが、水質についても顕著な変化は認められなかった。これらの池の水は常に流れていたため、当然予想された結果であった。ただし、木酢液Cを水路Bを通して池④に投入した時に、投入地点付近では一時的に濃度の高い部分ができることが予想されるが、その付近に分布していたウシガエルの幼生が明らかな回避行動を示すことが観察された。そこで、回避行動を見せたウシガエルの幼生およびOECDの化学物質の魚毒性試験の検定生物として採用されたヒメダカを対象に室内の容器内の実験で木酢液Cの毒性を検定した(表7)。ヒメダカとウシガエル幼生に対するLC₅₀は製剤濃度で0.27%および0.25%であり、これらは含まれる酢酸の割合3.1%(駒形・本山, 2004)を用いて換算すると、酢酸濃度で各々83.7ppmおよび77.5ppmであった。この値は純粋の酢酸自体のLC₅₀値121ppmおよび114ppmよりも若干低かった。従って、木酢液Cのヒメダカとウシガエル幼生に対する毒性は大部分が酢酸によるものの、一部は木酢液に

表6 木酢液Cの投入が野外実験池4の水質に及ぼす影響

地点	pH			EC (mS/m)			DO (mgO ₂ /l)		
	直前	1日後	7日後	直前	1日後	7日後	直前	1日後	7日後
1	8.3	7.8	7.2	22.2	24.1	24.0	7.32	6.23	4.22
2	7.9	7.6	7.5	20.7	19.2	20.9	5.61	5.50	5.66
3	7.8	7.5	—	19.6	24.4	—	6.01	7.65	—
4	7.7	7.4	—	20.0	20.4	—	4.81	4.80	—
5	7.8	7.3	—	20.3	21.3	—	4.02	3.79	—

注：—：未測定。

表7 木酢液1)と純酢酸のヒメダカとウシガエル(幼生)に対する毒性

供試生物	LC50 (木酢液)		LC50 (酢酸)
	% (製剤)	ppm (酢酸濃度換算2))	(ppm)
ヒメダカ	0.27 (95%CL: 0.20 << 0.35)	83.7 (95%CL: 62.0 << 108)	121 (95%CL: 94.1 << 146)
ウシガエル(幼生)	0.25 (95%CL: 0.17 << 0.33)	77.5 (95%CL: 52.7 << 102)	114 (95%CL: 79.8 << 145)

1) 木酢液C(表1)。

2) 木酢液Cの酢酸濃度3.1%(駒形・本山, 2004)を用いて換算。

含まれる酢酸以外の成分が影響した可能性がある。木酢液の魚毒性については、過去に木酢液の登録が有効であった時期に西内(1973)による報告がある。その中でヒメダカに対する木酢液(製剤として)の LC_{50} は70ppm以上であった。当該実験で使用した木酢液中の酢酸濃度が登録(農薬登録番号第12850号)申請値である1.2%と仮定すると、酢酸濃度としての LC_{50} は0.84ppmであり、約80ppmという本研究の結果よりも毒性が高く、酢酸以外の成分の影響が顕著である。西内は、木酢液に含まれている主要な成分毎の毒性値も報告しているが、毒性値が一番高いのはフェノール(30ppm)であり、次いで蟻酸(73ppm)、酢酸等他の成分は100ppm以上であった。日本における魚毒性の分類は主としてコイ(*Cyprinus carpio*)とミジンコ(*Daphnia pulex*)によって定められる。安全性の一番高い魚毒性A類に分類されるためには、コイについては TLM が10ppm以上であることが要求される。本試験ではコイを用いていないが、上記で引用した試験ではコイについても試験が行われており、フェノールに対する感受性はヒメダカよりも高く17ppmである。フェノールは海洋汚染防止法、PRTR法を始めとして多くの法律で規制を受けている物質である。木酢液にはフェノールの他にもフェノールの類縁化合物、アルデヒド類、アルコール類、多環性化合物等多くの化合物が含まれることが知られている(木材工業ハンドブック編集委員会, 1982)。これらの中には、人体に対する毒性がはっきりしているものが多数含まれているが(梅津, 2003)、アルデヒド類やフェノール類のように環境汚染物質として法律の規制対象となる化学物質も含まれている。前報(駒形・本山, 2004)の結果から明らかなように、製剤としてみた場合はその含量は必ずしも高いとは言えない毒性が高い物質が含まれていても濃度が低ければ人や環境に対して安全といえるのか、またその低い濃度が製法を問わず常に保障され得るのかということ、木酢液を特定農薬として指定するかどうかを判断する際に問題になるところであろう。

引用文献

- 千葉県衛生研究所(1997) ヤマビル生態と防除に関する調査報告書. 千葉県衛生研究所, 千葉.
- 駒形 修, 本山直樹(2004) 各種市販および自家製木酢液・竹酢液の主要成分と抗菌活性. 環動昆 15(2): 83-95
- 木材工業ハンドブック編集委員会(1982) 木材工業ハンドブック. 丸善株式会社, 東京, 904-908.
- 本山直樹, 呉 鴻圭, 駒形 修, Tariq MAHMOOD(1996) 有機農業用資材として用いられるいわゆる天然・植物抽出液「夢草」に含まれる殺虫活性成分. 農薬誌 21(1): 73-79.
- 西内康浩(1973) 農薬製剤の数種淡水生物に対する毒性-XVII. 水産増殖 21(1): 8-13.
- 農山漁村文化協会(1991) 木酢・炭で減農薬. 農山漁村文化協会, 東京, 141pp.
- 農山漁村文化協会(2003) 木酢はやっぱりスゴイ. 現代農業 82(4): 54-107.
- Rahman, G. K. M. N. and Motoyama. N. (1998) A synthetic pyrethroid found as the active ingredient of "Nurse Green", a so-called natural-plant extract-formulation used for organic agriculture. *Tech. Bull. Hort. Chiba Univ.* 52: 7-12.
- 竹井 誠, 林 晃史(1968) ハエ並びにナメクジに対する木酢液の効果について. 衛生動物 19(4): 252-257.
- 梅津憲治(2003) 農薬と食. ソフトサイエンス社, 東京, 99-116.
- 山野勝次(1993) 木酢液の防蟻効力について. しるあり 94: 28-31.
- 谷田貝光克(2001) 木酢液規格作成と木酢液による農業害虫等の防除. *New Food Industry* 43(6): 4-8.