

## 屋内水泳プールで繁殖する生物の管理に関する 基礎的検討 (侵入ルートについて)

田神 一美, 坂田 勇夫, 高橋 伍郎

Basic studies of indoor-swimming pool biotics control (Route of invasion)

Kazumi TAGAMI, Isao SAKATA, Goro TAKAHASHI

### Abstract

We have studied swimming pool biotics and medical entomological roles of them. In this report, we recorded biological composition in a university indoor-swimming pool after refilling and that of possible routes of invasion to there. One evidence of invasion route, water supply was clearly determined, but another route, air born insects attached hipopi (deutonymph of astigmatid mites) was still remained. Instead of supplied water filtration and winter/early spring season (very small number in air born insects), complex biological composition was formed during 4 months. This fact suggested that further major route possibility was remained.

### はじめに

水泳プール媒介性伝染病<sup>1)</sup>の存在は周知の事実であるが、プール水の消毒によってそのほとんどは防止され、最近の発生事例の多くは、プールの運転ミスや装置の故障に気付かないままに運転したことが原因と考えられている<sup>2-4)</sup>。病原体以外のプール内生物として、藻類の異常発生が問題になったことがある。これは透明度の低下や不快臭をもたらすが、塩素消毒の適正化や高濃度塩素処理(ハイパー・クロリゼーション)により容易にその発生を防止できることが分かっている<sup>5)</sup>。Tagami等は日本国内の屋内水泳プールを調査し、その多くにダニ(プールダニ)が生息していることを示した<sup>6)</sup>。ダニ目等の分類学的に高次の生物のプール内生息が報告された事はなく、これまで検討されてこなかった。

従属栄養を営む高次の生物がプール内で繁殖しているということは、カビや藻類の発生

管理と泳者をもたらし有機物の管理が不十分であることの証明と考えられる。水泳プールダニの衛生学的意義について、Schwiebia sp.のアレルゲンとしての評価を行なった結果から、喘息患者のダニ抗原(*Dermatophagoides farinae*)と近い関係にあることが証明された<sup>7)</sup>。また我々はプールで繁殖する無脊椎動物類が、各種の有機物の分解を促して消毒剤である塩素とそれらとの反応性を高め、発癌性の有機塩素(トリハロメタンなど)の発生を促進していることの証明に取り組んでいる。更に、無害なものであってもダニは、不快感と不安感をあおるイメージの悪い生物である。したがって、いずれその防除に乗り出さねばならないと考えている。

プールでのダニ防除に際して重要な点は、殺ダニ剤の使用はプールの利用者や指導員が水に溶けている化学物質に直に接することになって経口、経皮及び経肺の何れのルートで

も防護できない特殊な状況に置かれるという点である。このようなケースの衛生害虫対策は、薬剤を使わない侵入ルート対策が一般的である。しかし、この対策は侵入ルートとその状況を的確につかまなければ全く効果を上げることができない。そこでわれわれは、プールダニの侵入ルートととして、昆虫と水道の2ルートを想定して調査を始めた。また、プール水の交換後のダニの消長を追跡し、若干の成果を得たので報告する。

## 方法

### 侵入ルート想定の根拠

無気門類のプールダニ（ヒゲダニ科, *Histiostoma ocellatum* Fain et Lambrechts<sup>8)</sup>とコナダニ科, *Schwiebia* sp.<sup>9)</sup>は第二若虫期（移動若虫又はヒボプス）を有し、且つ *H. ocellatum* は広く全国のプールから見出されている事実<sup>6)</sup>から、全国的に分布するある種の昆虫に付着してプール内に侵入するルートを想定した。移動若虫は一般的に、棲息地の近傍で羽化する昆虫に付着（便乗）して移動、拡散することが知られており<sup>9)</sup>、プールダニがこのルートを利用している可能性は高いと考えられる。

穩気門類では2種のプールダニ（モンツキダニ科, *Hydronothrus crispus* Aoki（和名：ミズモンツキダニ）；コナダニモドキ科, *Trimalacothrus maniculatus* Fain et Lambrechts（和名：オオコナダニモドキ）が確認されている。ミズモンツキダニはハワイのカウアイ島のタロイモ水田で最初に発見され<sup>10)</sup>、その後も東京都内の水道施設（高置貯水槽）<sup>11)</sup>から報告されている。このダニは死後胎生と呼ばれる習性<sup>6)</sup>が知られており、幼虫は死んだ親虫の殻に保護された状態で遠くまで移動することができると考えられている。また、イタリアのミラノ市近郊の水道水から *Schwiebia codognoensis* が見つかる<sup>12)</sup>など、水

道がダニ類の拡散のルートとして利用されるケースが知られている。プールへの侵入ルートとして水道が使われている可能性の検討にはこうした根拠がある。

### 昆虫ルート調査法

前年の電撃殺虫機による予備調査の結果、*Schwiebia* sp.の移動若虫3頭が採取できたので、今回の調査ではホスト昆虫の特定を目標とした。本学屋外プール北側に20ワットの蛍光灯とブラックライトを白い布の前で点灯する方式のライトトラップを設置して昆虫を集め、吸虫管で捕獲した。採取した昆虫は酢酸エチル蒸気中で殺し、実体顕微鏡下で移動若虫付着の有無を調べた。移動若虫保有固体は50%アルコール溶液中に貯えて液浸標本とし、他は乾燥標本とした。実体顕微鏡下で面相筆と分離針を用いて液浸標本から移動若虫を外し、ガムクロラル液を封入剤として、スライドガラス上にマウントした。マウント数日後に虫体がある程度透明となったところで、100~400倍で検鏡、同定した。移動若虫と昆虫の同定は、昆虫付着性ダニ類研究家の黒佐和義博士に依頼した。

### 水道ルート調査法

本学屋内プールに供給される全ての水は、径80mmと35mmの2本の給水管によりバラスタタンクへ注水されている。この管の端末に給水栓ネット（網目サイズ：25×25 $\mu$ m, 離合社, 東京）を設置し、プールに供給される全ての水をこのネットで濾過した（図-1）。ネットに残ったゴミを月1回程度の割で回収し検鏡した。卵などの判別困難な物は見逃す可能性があるため、1週間ほど放置して孵化させてから再度検鏡した。採集した生物は50%アルコール液浸保存し、ダニは属まで、他の生物は目までの大まかな分類をした。

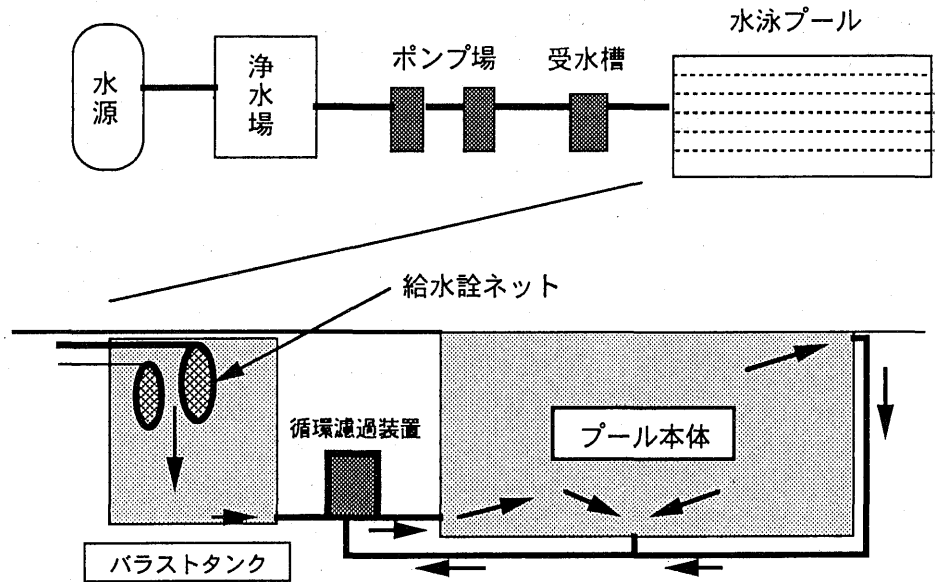


図-1 水泳プールへの給水とプール施設内部での水の流れ(→)及び給水栓ネットの設置場所

### プール本体の生物相調査

1992年末に本学屋内プールは、定時の修理点検のために水が抜かれて乾燥状態となった。プールダニは乾燥耐性が乏しいので完全に死滅したと考えられる。その後、水をはって使用に供された。供用開始後4ヵ月から、プールの底に溜まったゴミを採集してその生物相を観察記録した。ゴミの採集は、空の広口瓶を倒立させて静かにゴミの近くまで沈めてから横転させて、水とゴミを一緒に採取する方法で行なった。瓶の内容物を濾過し、濾紙上に残った生物を目のレベルまで大まかに分類した。ダニは液浸標本とし、ガムクロール液でスライドグラス上に封入して更に分類を進めた。

### 結果

#### 昆虫ルート調査の結果

この調査で採集できた昆虫は、直翅目(バッタの類)、脈翅目(カゲロウの類)、双翅目(ハ

エ、カの類)、鞘翅目(甲虫の類)、膜翅目(アリ、ハチの類)であった。鱗翅目(チョウ、ガの類)は、これまで無気門類のダニの移動若虫が付着していたという記録が見られないことから採集段階で意図的に排除した。体表からダニの移動若虫が見出された昆虫は、鞘翅目の10科、28種類、膜翅目の2科、5種類であった。昆虫とそれぞれに付着した移動若虫の属または種までの同定結果を表-1(鞘翅目)と表-2(膜翅目)に示した。これらの昆虫から分離された移動若虫は、無気門亜目の4科(コナダニ科、ヒゲダニ科、ヒョウホンダニ科及びカイガラムシダニ科)であった。コナダニ科の移動若虫は *Cosmoglyphus* sp., *Sancassania* sp., *Schwiebea* sp. に分類できた。ヒゲダニ科の移動若虫は *Histiostoma* sp. と *Kaszabanoetus* sp. であった。

#### 水道ルート調査の結果

平成5年1月28日から2月3日までの間にプールに注入された約2000トンの水道水から

表-1 本学水泳プール北側の空き地に設置したライト・トラップに夜間飛来した昆虫で無気門類のダニの移動若虫を保有していた昆虫とそこから分離した移動若虫の分類-鞘翅(甲虫)目の部-(採集期間平成5(1993)年7月~9月)

昆虫の分類		ダニの分類
科	種	科又は属
ゲンゴロウ	コシマゲンゴロウ	<i>Histiostoma</i>
	ヒメゲンゴロウ	<i>Histiostoma</i>
ガムシ	フタバシヒメガムシ	<i>Histiostoma</i>
	シジミガムシ	<i>Histiostoma</i>
ハネカクシ	コガシラハネカクシ	<i>Histiostoma</i>
	クビボソハネカクシ	<i>Histiostoma</i>
コガネムシ	ツヤコガネ	<i>Sancassania</i>
	チャイロコガネ	<i>Histiostoma</i>
ゴミムシダマシ	ヨツコブゴミムシダマシ	<i>Kaszabanoetus</i>
	エグリゴミムシダマシ	<i>Histiostoma</i>
オサムシ	ホソボシゴミムシ	<i>Histiostoma, Cosmoglyphus</i>
	ヒラタゴモクムシ	<i>Histiostoma</i>
	ケウスゴモクムシ	<i>Histiostoma</i>
	ニセケゴモクムシ	<i>Histiostoma</i>
	キイロチビゴモクムシ	<i>Histiostoma</i>
カミキリムシ	クロカミキリ	<i>Schwiebea, Sancassania</i>
	ゴマダラモモフトカミキリ	<i>Winterschmidtidae</i>
	ケシカミキリ	<i>Winterschmidtidae</i>

表-2 本学水泳プール北側の空き地に設置したライト・トラップに夜間飛来した昆虫で無気門類のダニの移動若虫を保有していた昆虫とそこから分離した移動若虫の分類-膜翅目の部-(採集期間平成5(1993)年7月~9月)

昆虫の分類		ダニの分類
科	種	科又は属
アリ	トビイロケアリ	<i>Histiostoma, Schwiebea</i>
	キイロケアリ	<i>Histiostoma</i>
	キイロシリアゲアリ	<i>Histiostoma</i>
ハチ		<i>Hemisarcoptidae, Histiostoma</i>

表-3 水道管給水口に設置した給水栓ネットにトラップされた生物の分類 (採集期間, 平成5 (1993) 年1~9月)

採集期間	ワムシ	ネマトーダ	クマムシ	ダニ	カイミジンコ	ミジンコ	ユスリカ
1/28-2/3	-	-	-	-	-	-	-
2/3 -5/1	+	+*	-	-	+*	+*	+
5/1 -5/29	+	+*	-	+	-	+*	-
5/29-6/12	+	+*	+	-	+*	+*	+
6/12-6/26	+	+*	+	-	-	-	+
6/26-7/22	+	+*	-	+*	-	-	-
7/22-7/29	+	+*	-	+	-	-	-
7/29-8/28	+	-	-	-	-	+	-
8/28-9/27	+	-	-	-	-	-	-

- : 存在を確認できなかったもの

+ : 存在が確認できたもの

\* : 生きた状態で確認

は生物は全く見出せなかった。5月以降毎月の調査結果を表-3に示した。実体顕微鏡下で見出される生物は、ワムシ類 (輪形動物門, Rotifera), ネマトーダ類 (線形動物門, Nematoda), クマムシ類 (緩歩動物門, Tardigrade), 節足動物門 (Arthropoda) に属するダニ類 (Acari), カイミジンコ類 (Podocopa), ミジンコ類 (Copepoda) 及び昆虫類, 双翅目 (Insecta, Diptera) のユスリカ (Chironomus) 卵, 幼虫であった。ワムシ, ネマトーダ, ダニ, カイミジンコ, ミジンコ, ユスリカ卵は, 生きた個体を見ることができるとは, その他は全て死体であった。個体数はワムシが多く, ネマトーダ, クマムシ, カイミジンコ, ミジンコは次いで多く, ダニとユスリカ幼虫は4頭づつを採集した。7月22日の調査では生きたダニ (*Schwiebia* sp.) 2頭を採集したので, 飼育を試みたが失敗した。

#### プール本体の生物相調査の結果

6月9日と10月11日の2回の調査を行ない, その結果を表-4に示した。プールの清

表-4 フロアー・デッキ下の沈澱物中の生物, 水入れ替えからそれぞれ4ヶ月目, 8ヶ月目の結果。

分類項目	出現頻度	
	4ヶ月目	8ヶ月目
ワムシ	+	+
ネマトーダ	+	++
カイミジンコ	++	+
ケンミジンコ	-	+
ダニ ( <i>Schwiebia</i> sp.)	++	+
ダニ ( <i>Hydronthrus</i> sp.)	-	+

- : 確認できなかったもの

+ : 生体を確認できた

++ : 頻繁に生体を確認できた

掃修理の後に水を入れたにもかかわらず, 4ヵ月程度の短期間で既にワムシ, ネマトーダ, カイミジンコ, 及び *Schwiebia* 属のダニがプール本体に侵入していることが分かった。8ヵ月後にはこれらに加えて, ササラダニの侵入が確認された。

## 考察

平成5年度の昆虫ルートの調査の結果では、プールダニの移動若虫を見出すことができず、その宿主昆虫の特定も決着させるに至らなかった。前年度採集した3頭の *Schwiebia* sp. の移動若虫は、電撃殺虫機で採集されている事から、今回余り注意して採集していない大型の昆虫が宿主であった可能性がある。また、採集期間を梅雨明け以降の夏季に絞っている点も成果を上げられなかった原因の一つと考えている。アリ科の昆虫の多くは、梅雨明け以前に飛翔をはじめることが指摘されている。加えて、今年は記録的な冷夏であり、宿主昆虫の羽化に障害を生じていたのかもしれない。何れにしてもこの調査は、決着を見るまで根気強く続けていく必要がある。

水道ルート調査の結果から、無気門類のコナダニやヒゲダニは水道を侵入ルートとして利用していることが判明した。一般の水道水は急速濾過処理後に給水されており、その濾過制度はダニの卵すら除去し得るものであることから、これらのダニは濾過後に侵入していることに間違いはない。濾過され消毒されたのちに上水が外気と接触する可能性がある施設は、随所に設けられているポンプ場や貯水槽と考えられる(図-1)。わが国の水道は給水中の漏水を最小限とするために低水圧で送水されている。大消費施設や高層建築には不足している水圧を補うために受水槽が設置され、その清掃管理が義務付けられている。しかし、こうした作業は着衣の人間が中に入って行なう屋外作業であり、完璧を期すことは困難である。したがって、他の上水利用者にダニや節足動物による害が発生していない現状では、水道ルートの生物侵入阻止は、プール管理者が担当すべき事項と考えざるを得ない。

プール本体の生物調査の結果、給水は完全

に濾過され、かつ昆虫の飛翔の少ない時期であったにもかかわらず4ヵ月という短期間で多くの生物の侵入が確認されたことから、筆者等が想定していた昆虫と水道以外にも侵入ルートがあることが示唆された。これに関しては推測の域を出ないが、利用者が持ち込んでいる可能性を検討しなければならないと感じている。本学の学生の中には、定期的に学外のプールを利用している者があり、その直後に水着を交換せずに学内のプールを再度利用するケースがあると聞いている。ダニを含む水棲生物は適度の湿度が維持できれば、空気中でも相当長時間生存できるので、ぬれた水着がプール間を移動する機会を想定できればこの可能性は非常に高いと考えられる。今後検討して行きたい。

## 要約

水泳プールの内部で繁殖している生物があることを明らかにし、それらが利用者に害をもたらす衛生動物である可能性を指摘してきた。本学プールは昨年12月より、施設の一部改修にともない水が交換された。この機会を利用して、平成5年1月より10月にかけて、本学屋内プール内外の生物の消長を追跡記録した。この結果、プールダニは水道を介して侵入していることが明らかになった。しかし、プールへの給水は完全に濾過されていたにもかかわらず、水の交換から4ヵ月以内に既にダニは侵入していたことから、これ以外にも有力なルートがあることが分かった。

## 謝辞

昆虫と移動若虫の同定をしていただいた黒佐和義博士に感謝いたします。本研究は平成4年度筑波大学学内プロジェクト研究助成と第6回筑波大学河本体育科学奨励賞の支援を受けて実施したものです。

## 文献

- 1) WOK Grabow, New trends in infections associated with swimming-pools. Water SA 17 : 173-177, 1991.
- 2) D'Angelo, L. J., Hierholzer, J. C., Keenlyside, R. A., Anderson, L. J., and Mortone, W. J. Pharyngoconjunctival fever caused by adenovirus type 4 : Report of a swimming pool-related outbreak with recovery of virus from pool water. J. Infect. Dis. 140 : 42-47, 1979.
- 3) Porter, J. D., Ragazzoni, H. P., Buchanon, J. D., Waskin, H. A., Juranek, D. D., and Parkin, W. E. Giardia transmission in a swimming pool. Am. J. Public Health 78 : 659-662, 1988.
- 4) 田神一美, 大高敏弘, 谷健二, 石橋康久, 細川淳一 アデノウイルス様角結膜炎の学校水泳プール感染の疫学的証拠及び流行対策のあり方について, 学校保健研究 35 : 240-246, 1993.
- 5) Alexander Gabrielsen, M. (Ed.) Swimming pool chemistry. in "Swimming pools, A guide to their planning, design, and operation" pp.201-222, Human Kinetics Publishers, Inc. Champaign, Illinois, 1987.
- 6) Kazumi Tagami, Takaya Ishihara, Jyun-ichi Hosokawa, Masamichi Ito, and Kenji Fukuyama, Occurrence of aquatic oribatid and astigmatid mites in swimming pools. Water Research 26 : 1549-1554, 1992.
- 7) Kazumi Tagami, Masanao Shibasaki, and Eitaro Hori, Higher RAST cross-reactivity between house dust mite *Dermatophagoides farinae* and swimming pool mite *Schwiebea* sp.. Int. Arch. Allergy Immunol. Submitted.
- 8) Fain, A. and Lambrechts, L. Observations on the acarofauna of fish aquariums I. Mites associated with Discus fish. Bull. Annl. Soc. r. belge Ent. 123 : 87-102, 1987.
- 9) 田神一美, 伊藤雅道, 福山研二 水棲コナダニ (*Schwiebea* sp.) の飼育経験, 日本ダニ学会誌 2 : 45, 1993.
- 10) Jun-ichi Aoki, A new aquatic oribatid mite from Kauai island. Pacific Insects 6 : 438-488, 1964.
- 11) 村瀬誠 飲用FRP製水槽における藻類発生とその増殖防止対策, 空気調和・衛生工学 63 : 487-493, 1989.
- 12) Fain, A and Pagani, M. *Schwiebea* (Jacotietta) *condognoensis* spec. nov. (Acari, Acaridae) vivant dans l'eau d'un aqueduc en Italie. Bull. Annl. Soc. r. belge Ent. 125 : 257-264, 1989.