

上郡中学校科学部員による安室川の淡水産紅藻チスジノリ (*Thorea okadae*) を復活させる試み

東山 真也¹⁾・瀧 健太郎²⁾・杉野 伸義³⁾・横山 正⁴⁾・三橋 弘宗⁵⁾・
上郡中学校科学部員^{1)*}

Activities for nature restoration of *Thorea okadae* (Rhodophyta) in
the Yasumuro River by Kamigori Junior High School Science Club

Masaya HIGASHIYAMA¹⁾, Kentaro TAKI²⁾, Nobuyoshi SUGINO³⁾,
Tadashi YOKOYAMA⁴⁾, Hiromune MITSUHASHI⁵⁾
and Members of the Kamigori Junior High School Science Club^{1)*}

Abstract

Nature restoration project by the Kamigori Junior High School Science Club (KSC) was planned and performed to conserve the endangered species of a freshwater red alga 'Chisujinori' (*Thorea okadae*) in the Yasumuro River (Chigusa River System) through the town of Kamigori, Hyogo Prefecture. In field survey, measurements of environmental factors showed that water temperature and depth relatively increased at the site of *Thorea* occurrence. In field experiment, we performed two way disturbance manipulations by artificially rolling stones on river bed and brushing up the substrates, to examine the disturbance effect on abundance of gametophytes of *Thorea*. Our results suggested that the both manipulations caused the sporophytes (Chantransia stage) of *Thorea* quickly recovered from September to October and decreased from October to January, whereas no gametophytes occurred.

Key words : *Thorea okadae*, disturbance, freshwater red algae, field experiment

はじめに

兵庫県南西部に位置する赤穂郡上郡町を流れる千種川水系の支流・安室川には、チスジノリが分布する。1960年以前から地元住民には「珍しい藻」として知られてい

たが、1991年に淡水産紅藻の一種チスジノリ (*Thorea okadae*) と同定され (田村・真殿 1993; 瀬戸ほか, 1993), 湧水を好む希少生物として注目された。しかし、1995年以降出現が認められず、改訂・兵庫県版レッドデータブックにおいて「今は見られない (Ex) 種」に分

¹⁾ 上郡町立上郡中学校 〒678 - 1251 兵庫県赤穂郡上郡町井上220 Kamigori Junior High School, Inokami 220, Kamigori-cho, Hyogo, 678-1251 Japan *横山慎二, 延原崇志, 板倉岳史, 西橋武晃, 藤本真, 榎本耕作, 久保徹, 森末達也, 西川恭平, 金子貴詞, 檀村圭教, 三浦哲, 中井晃, 青木文典, 田野順也, 松尾祐伍, 石原裕也, 西脇隆文, 植木海里, 藤本真英, 井口雅樹, 大川順也, 金子貴洋, 川西一輝, 河野佑介, 坪井亮太, 西山昂宏, 西山恭平, 福井祐太, 宮崎精, 渡瀬達也

²⁾ (財)リバーフロント整備センター 〒102-0075 東京都千代田区一番町8番地 一番町FSビル3F, Foundation for Riverfront Improvement and Restoration, Ichiban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0082, Japan

³⁾ (株)環境総合テクノス 〒541-0052 大阪市中央区安土町1丁目3番5号, The General Environmental Technos Co., Ltd., Aduchi-cho 1-3-5, Chuo-ku, Osaka 541-0052, Japan

⁴⁾ 兵庫県立西はりま養護学校 〒679-5165 兵庫県たつの市新宮町光都1丁目3-1, Nishi-Harima School for the Mentally Handicapped, Hyogo, Kouto 1-3-1, Shingu-cho, Tatuno 679-5165, Japan

⁵⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda 669-1546, Japan

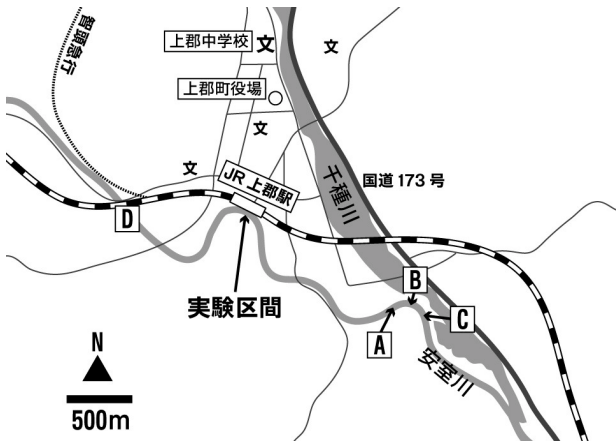


図1 調査地点の概要。採水地点（A-D）および実験区間を示す。

類されている（兵庫県 2003）。ところが、2004年1月に9年ぶりにチスジノリが再発見され新聞等でも大きな話題となった。これを受けて上郡中学校科学部では、校区を流れる安室川のチスジノリを育む特殊な環境を解明するため、2004年3月より水質調査を実施した（写真1a）。

一般に、チスジノリの生活環は大型の配偶体（写真1b）、受精後接合子上に発達する果胞子体、そして小型の胞子体（Chantransia stage、以下「シャントランシア体（写真1c）」という）による異型の三世代を交代する（吉崎 1993）。ここで注意して頂きたい点は、筆者らがこれまで「チスジノリ」と呼んでいる藻体は肉眼視できる雌雄異株の配偶体であり、秋から翌年の春まで観察されるものである。しかし、果胞子およびシャントランシア体については不明な点が多く、十分な調査は行われてこなかった。

一方、河川管理者である兵庫県県土整備部は、2002年12月に「安室川自然再生計画検討会」を発足させた。この検討会では様々な専門的な調査や議論が行われ、2004年10月にチスジノリを環境の指標種とした自然再生計画が策定された。この検討会の成果として、シャントランシア体を識別して分布状況を把握できたこと、安室川における冬期のチスジノリ配偶体の出現が夏期の洪水発生と関係する可能性が高いこと等が明らかになった（佐藤ほか、2006）。さらに、この機構を解明するため、2004年4月に「安室川自然再生計画検討会・技術部会」が発足し、「チスジノリ配偶体の出現には夏期の攪乱が必要」という仮説を検証するための実験計画を立てた。

これを受けて、上郡中学校科学部では、検討会と連携を図り、2005年9月から人為的な生態系の攪乱「川を耕し・磨く活動」の実験により、チスジノリを復活させる活動および調査を開始した。本論文では、2004年3月から2006年2月までの水質調査と、全国的にも類を見ない「川を耕し・磨く活動」の実験で得られた知見について報告する。

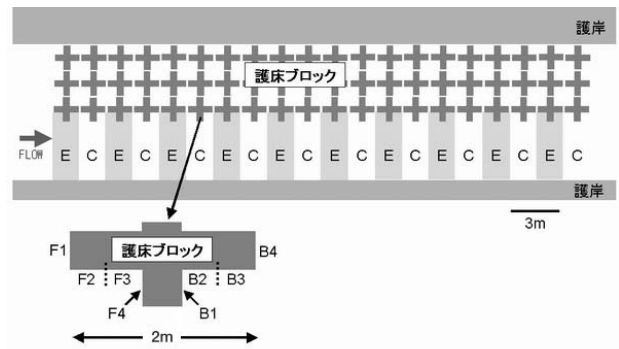


図2 研磨・転石に関する実験区間の概要。グレー部分（E）が実験操作区、白い部分（C）が対照区を示す。護床ブロック拡大図中の記号（F1-F4, B1-B4）は調査ユニットを示す。

調査場所と方法

水質調査

安室川下流のチスジノリが生育していた場所で水質調査等を行った（図1）。調査地点は2004年にチスジノリが生育していた場所（B地点）、B地点より上流約80mの湧水の影響が少ない場所（A地点）、B地点より下流約50mの場所（C地点）、B地点から上流へ約1kmの湧水地点（D地点）の4カ所である。調査項目は天候、気温、水温、水深、表面流速、pH、導電率、COD（バックテスト）である。調査は1週間～2週間に1回程度行い、2004年3月から2006年2月までに計63回行った。さらにB地点では、水温と湧水状況について2005年8月29日に詳細な調査を実施した。

川を耕し・磨く活動

川を耕し・磨く活動は、上郡駅裏の地点で行った（図1）。この場所の詳細な概況は図2（状況は写真1aを参照）に示すとおりで、1991～1993年までチスジノリが確認されていたが、現在は確認されていない場所である。

今回の仮説では、自然の攪乱（洪水）の代わりに、人為的に「ブラシで石面を研磨すること」および「石礫を研磨・転石すること」で、チスジノリ配偶体が出現するかどうかを検証するものである。まず2005年9月10日、調査地域の上流にシャントランシア体が多数付着した石を移植し、流路に面したコンクリート護床ブロックの水面下側面をワイヤーブラシで磨いた（図2の上流部分）。護床ブロックごとに磨く部分（実験区）と磨かない部分（対照区）が等面積となるように、それぞれ2ブロックずつ設置し、さらに各ブロック内で図2に示すように、直接的に水流があたるFRONT部分とBACK部分に区別

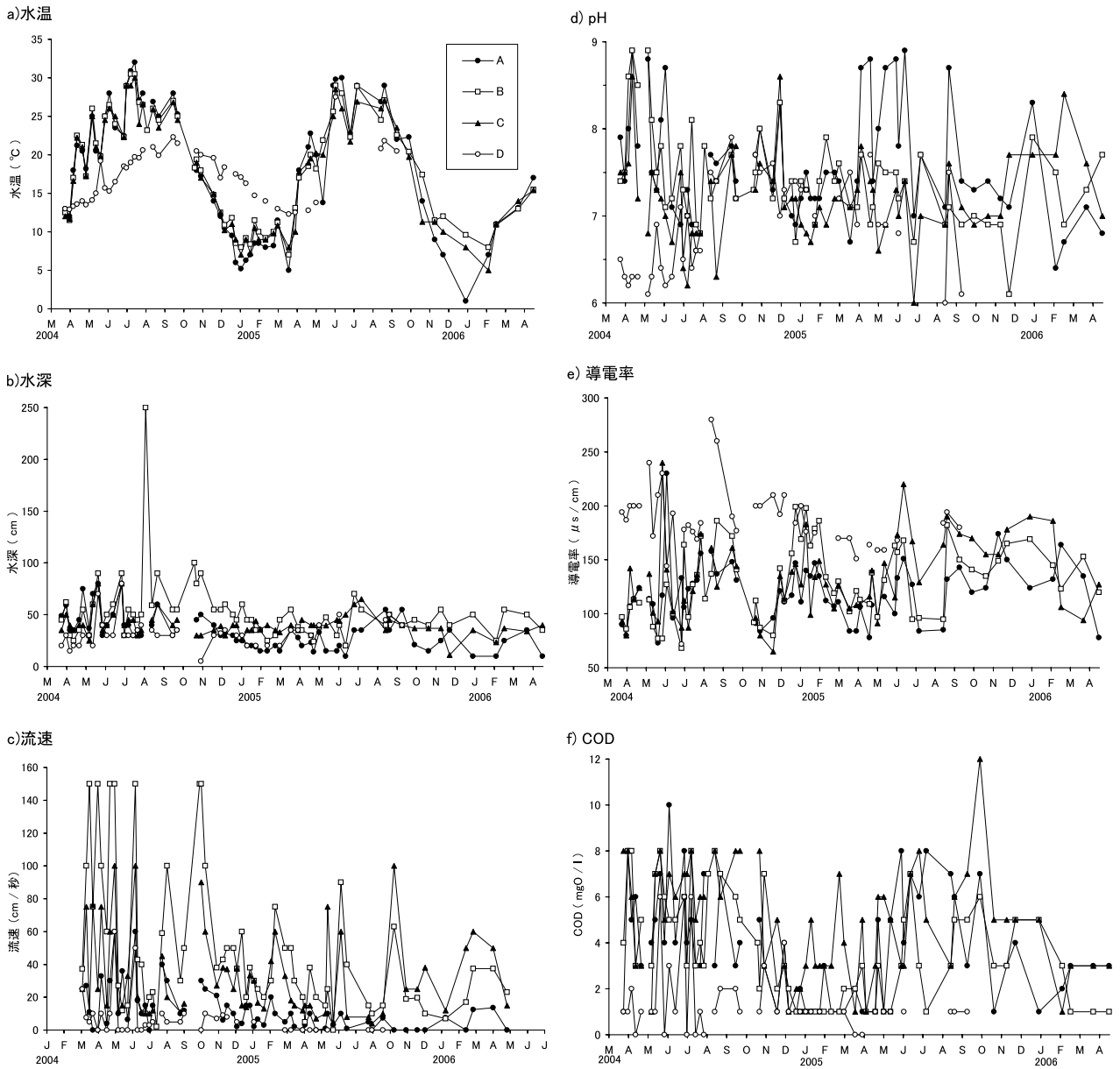


図3 安室川における4地点の水質および環境要因の測定結果 . a)水温、 b)水深、 c)流速、 d)PH、 e)導電率、 f)COD

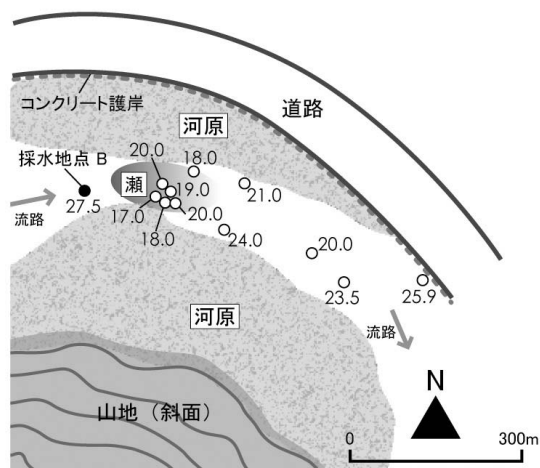


図4 安室川における地点Bの詳細な水温測定結果

した。シャントランシアの計数は約1ヶ月経過した10月14日に実施した。

河床の石礫に対する人為攪乱については、流下方向に2mの幅で带状に河床の「石礫の研磨・転石区間（実験区）」と「そのままの区間（対照区）」を設けた。上記の実験において、シャントランシア体および配偶体の出現を追跡した(図2;上流側の護床ブロック2つを利用)河床の石礫での実験については、図2に示す区間ごとに川底の長径約7cm以上の礫を1個ずつ全て取り上げ、シャントランシア体の付着を目視で確認した。シャントランシア体が確認された場合、レキの位置を図面上に記録し、シャントランシア体の個数と付着していた石礫の数を記入した。

結 果

水質調査

水温の調査結果を図3に示す。チスジノリの生育するB地点の水温は2005年2～5月では、湧水地点であるD地点を除く他の地点よりやや高い傾向が見られた(図3a)。B地点付近の詳細な湧水箇所を2005年8月に調べた結果、周辺には11カ所の湧き出し点を確認された(図4)。水深の調査結果では、A地点で最低10cm、平均26cm、C地点で最低11cm、平均41cmに対して、チスジノリの生育するB地点では、最低20cm、平均53cmと水深が他の地点よりやや深かった(図3b)。流速の調査結果から、チスジノリが生育するB地点では平均で50cm/sの流速があり、A地点の平均12cm/s、C地点の平均33cm/sに比べてやや速い(図3c)。pHの調査結果では、顕著な傾向は確認できないものの、B地点については、2004年の平均7.61に比べて2005年の平均7.20とやや酸性の値となった(図3d)。また、湧水であるD地点では、比較的低いpHを示した(図3d)。導電率は、同じく湧水で

表1 研磨の有無(実験区VS対照区)と配置面の違いによるシャントランシア体の付着株数。配置面の記号Fは水あたり部分、Bは水裏部分を示す(配置面の詳細は図2を参照)。

配置面	研磨区	小計	非研磨区	小計	計
F1	5		6		
F2	6	17	0	22	39
F3	1		2		
F4	5		14		
B1	2		5		
B2	2	7	1	7	14
B3	2		0		
B4	1		1		
	小計	24	小計	29	53

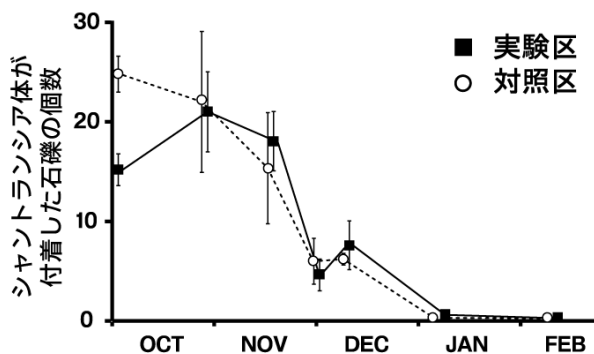


図5 研磨・転石実験におけるシャントランシア体が付着した石礫の個数の時間経過(エラーバーは標準誤差)。

あるD地点が高いほか、顕著な傾向は見られない(図3e)。CODでは、湧水であるD地点の値が低いほか、顕著な傾向は認められなかった。B地点に注目すると、2004年の平均4.8 mg/Lに比べて2005年の2.6mg/Lと値がやや低かった(図3f)。

川を耕し・磨く活動

(1) コンクリート護床ブロックに対する攪乱実験

コンクリート護床ブロックを用いて行った実験の経過は表1のとおりであった。コンクリート基質を研磨して約1か月経過した後のシャントランシア体付着株数は、研磨区で24株が、対照区で29株が確認され、研磨区では新規加入があった。また、水流の当たり方で比較した際には、ブロックのFRONT部分で39株が、BACK部分で14株が確認できた(表1)。さらに、ブロックが突出したFRONT部分では、19株が確認されており、これは全確認数(53株)の約1/3を占めていた。なお、その後の10月30日には、ブロックのシャントランシア体はすべて消失し、すべてのブロックには他の藻類が厚く付着した(写真1d)。

(2) 河床の石礫に対する攪乱実験

河床の石礫に対する攪乱実験を開始して約2週間経過した10月2日から約2週間おきに河床の調査を行った。その結果、期間を通じて、河床から配偶体は確認されなかったが、シャントランシア体は多数の石礫で確認された(図5)。実験の初期にあたる10月2日では、対照区(平均 $24.8 \pm 1.8SE$)のほうが、研磨・転石した実験区間(平均 $15.2 \pm 1.6SE$)よりも、シャントランシア体が付着した石礫が多く確認された。その後、シャントランシア体は研磨・転石区間で増加し、10月30日には実験区($21.40 \pm 4.0SE$)と対照区($22.0 \pm 7.1SE$)は、ほぼ同数となった。その後、両区とも同様に減少してゆき、2006年1月9日にはほとんど0になった。

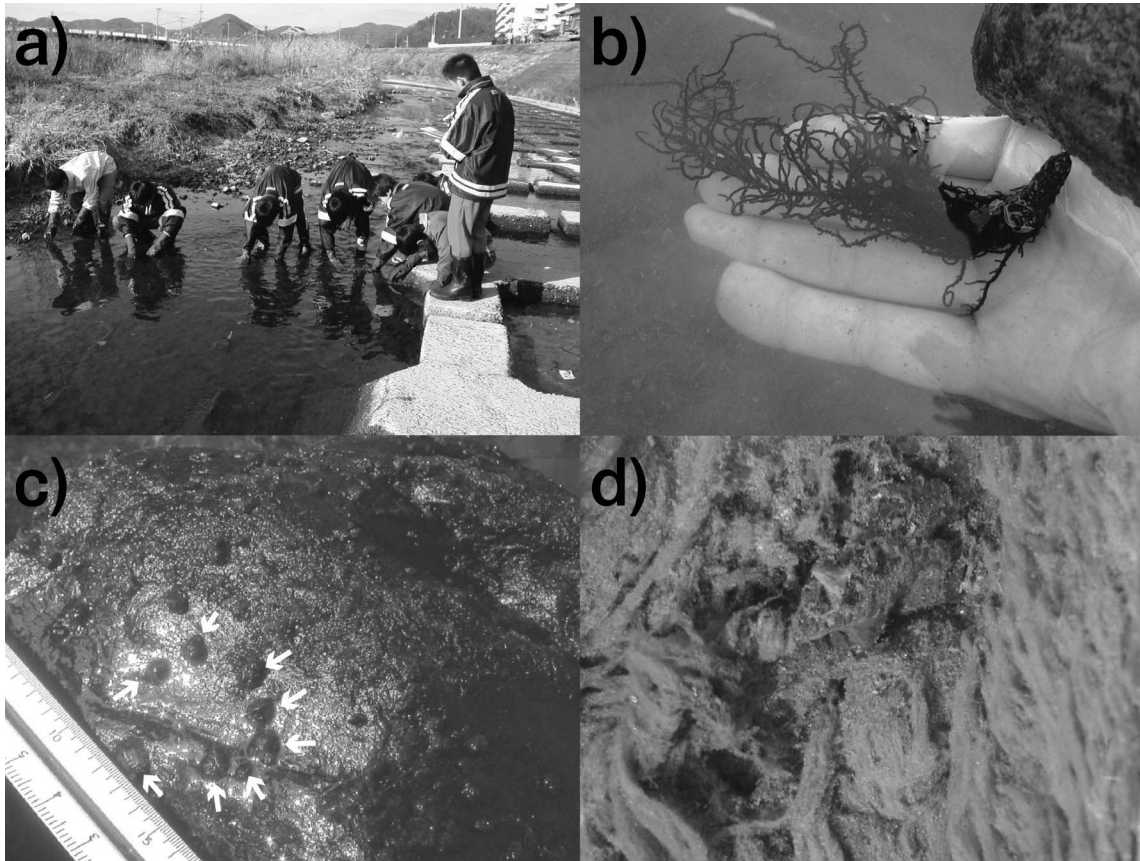


写真1 a)調査地と調査の様子(シャントランシア体を探索中), b)チスジノリの配偶体, c)シャントランシア体(図中矢印)が付着した石, d)他の藻類に覆われた基質.

考 察

今回の調査では、チスジノリ配偶体が多数生育するB地点は、湧水の影響をより強く受けるD地点について水温が高く、特に冬期にこの傾向が顕著であった。水質については、湧水の影響を強く受けるD地点の値が、他の地点とは異なった傾向を示しており、低いpH, 高い導電率, 低いCODが特徴となっている。周辺に多数の湧水個所が発見されたB地点でも、湧水に起因する水質特性が、若干は確認された。具体的には、B地点の水質に関して、流量の少なかった2005年の方が2004年よりpHがやや低く、導電率はやや高く、CODがやや低くなる傾向があり、流量が少ない場合には相対的に湧水の寄与が高くなるため、こうした傾向が生じたものと推測される。したがって、チスジノリ配偶体が多産するB地点は、水温および水質の面で、湧水の影響を受けていると考えられる。また、局所的な調査ではあるが、水深および流速についてもB地点がやや高い値となった。

次に、「川を耕し・磨く活動」の操作実験を通して、次の2つの成果を確認できた。1点目は、護床ブロックの水当たりが異なる設置面に対応して、シャントランシア体

の出現状況が異なり、水流が直接当たる面ではより多く発見されたことである。2点目は、9～10月にかけてシャントランシア体が、研磨・転石した石礫からも、増加し広がっていくことが確認され、ブロックや河床を耕し磨く働きかけはシャントランシア体を増やす試みとして有効だという点である。また、今回の実験では生徒による目撃情報だけとなったが、1株の配偶体の発生が確認されており、大勢による河床攪乱によって、配偶体の出現が促進される可能性が示唆された。

このように耕し・磨く働きかけは一定の成果を上げたが、残念ながら実験開始して約100日後には、シャントランシア体はほぼ消滅した。その原因として、2005年の調査期間中に、こぶし大以上の礫の移動および礫の表面についての泥や他の藻類を洗い流す規模の洪水がなかったため、調査したブロックや礫の表面がチスジノリの付着しにくい状態になっていったことが大きな要因だと思われる(写真1d)。ただし、シャントランシア体は消滅したわけではなく、試行的に2月末に同じ個所を研磨した際にも5株の出現が確認されたので、条件さえ整えばすぐに生育出来ると思われる。

結果を総合すると、シャントランシア体は、他の藻類

との競合に対して弱く、水流が強くあたることで他の藻類が繁茂しにくい場所や、自然攪乱によって転石が起こりやすい場所で生育しやすいと考えられる。さらに、配偶体およびシャントランシア体が多産する地点Bでは、1)流速が速いこと、2)水深が深いため光量が乏しいこと、3)湧水の影響を受けるため夏場の水温が低く冬場の水温が高いこと、4)同じく湧水の影響で栄養塩濃度との関連が深いCODの値が低いことから、競合する藻類の一次生産が抑制される立地だと考えられ、操作実験結果との矛盾は生じていない。これらのことから、チスジノリ配偶体およびシャントランシア体の生育には、洪水などによる河床攪乱、瀬と淵の形成による多様な流れ、湧水の存在がチスジノリの配偶体およびシャントランシア体の生育に関連すると考えられる。

今後の課題

目標としたチスジノリ配偶体の発生を実現させることは出来なかったが、シャントランシア体の広がるスピードがとても速いことや、一度消滅した場合でも条件さえ整えばシャントランシア体はまた増殖し始めることなど、シャントランシア体について多くの知見を得ることが出来た。今後はこの場所での調査を続け、シャントランシア体が減少していく原因や配偶体になれない原因についてさらに解明していきたい。また、湧水の影響がより大きい場所で以前チスジノリが多数見られた地域でも、同じ取り組みを行い、配偶体の発生を目指したい。

謝 辞

本論文をまとめるに当たり、いろいろご指導いただいた兵庫県立大学・教授(県立人と自然の博物館・主任研究員)佐藤裕司氏に感謝いたします。また、「安室川自然再生検討会」委員長 神戸大学・教授 道奥康治氏、西播磨県民局県土整備部上郡土木事務所 所長 荒柴敏夫氏、西播磨県民局県土整備部上郡土木事務所 河川砂防課 課長 浜野直樹氏をはじめ「安室川自然再生検討会」の委員や関係者の方々には、検討会を通してたくさんの示唆や助言をいただきました。感謝いたします。

文 献

- 兵庫県(2003)改訂・兵庫の貴重な自然 - 兵庫県版レッドデータブック2003 - . 兵庫県県民生活部環境局自然環境保全課 .
- 佐藤裕司・横山 正・真殿克麿・辻 光浩・水野雅光・魚留 卓・妹尾嘉之・杉野伸義・永野正之・三橋弘宗・浅見佳世・道奥康治・原田一二三(2006)兵庫県上郡町・安室川における淡水産紅藻チスジノリ配偶体の出現 特に河川の流量変化との関係について . 陸水学雑誌, 印刷中 .
- 瀬戸良三・右田清治・真殿克麿・熊野 茂(1993)兵庫県安室川産の淡水産紅藻チスジノリとチスジノリ属2種の日本における分布 . 藻類, 41, 355-357 .
- 田村武男・真殿克麿(1993)チスジノリの分布と藻の特性, 酸性雨・千種川・生活排水, 兵庫県立上郡高等学校(編): 11-13 . 兵庫県立上郡高等学校 .

(2006年8月8日受付)
(2006年12月28日受理)