

ヒメミズカマキリのの

Ranatra unicolor

HSIモデル ver.1.0

ハビタット
評価モデル
シリーズ5

▲ (財)日本生態系協会

Ecosystem Conservation Society - Japan

ハビタット評価モデルシリーズ5

ヒメミズカマキリの
HSIモデル ver.1.0

 (財)日本生態系協会

Ecosystem Conservation Society - Japan

ハビタット評価モデルシリーズの刊行にあたって

自然と共存する美しい日本の再生が、今、求められています。20世紀は、我々と将来世代の重要な財産である自然環境が、国内外を問わず徹底的に損なわれ、失われた、「ネットロス」の時代でした。今世紀に入って、持続可能な社会の構築が世界共通の最重要課題となり、日本においても国土のグランドデザインを描き直し、残された自然環境の総量を確保すること（ノーネットロス）と、失われた自然を再生すること（ネットゲイン）が焦眉の課題となっています。これらの難題に対しては、我が国でも環境アセスメント制度や自然再生事業をはじめ、様々な施策が徐々に制度化されつつあります。しかし、どのような施策にせよ、その実効性を高める上で欠くことのできないツール、それが、適切な環境評価手法です。

現在、日本で最も注目されている環境評価手法に、アメリカ合衆国で約30年の実績をもつ、「ハビタット評価手続き（HEP, ヘップ）」があります。ヘップのコンセプトは、選定した評価種の生息環境（ハビタット）の価値を、ハビタットの質と、ハビタットの量、時間という3軸によって定量化するというものです。

ヘップは、定量スケールであること、シンプルで分かりやすいこと、標準化されていること、柔軟で適用範囲が広いことなど、合意形成ツールとして優れた特長を有し、環境アセスメントや自然再生事業、絶滅危惧種の保護管理といった幅広い分野で成果を上げています。日本においても、今後ヘップの活躍する場面が増えていくことは間違いありません。

本シリーズは、ヘップにおいて使用されるHSIモデルを、主要な日本産野生生物について作成し、冊子として逐次公表することにより、我が国におけるヘップの普及ならびに適切な環境評価の実現に寄与することを目的として刊行されました。

本シリーズにおいて、各冊子は原則的に3部構成となっています。第1章では、既存文献を基に、対象種の生態やハビタット利用に関する情報が整理されています。第2章では、第1章の情報を踏まえた上で、野生生物とハビタットに関するデータを用いて、モデルの構築が行われます。そして、構築されたモデルは、第3章であらためて整理されます。すなわち、第3章がモデルそのものであり、第1章と第2章はモデルの根拠を述べた部分となります。

従来のHSIモデルでは、根拠が不明確なまま、主観的、感覚的にモデルが構築される場合も少なくありませんでした。本シリーズでは、対象種の生態に詳しい専門家の経験や感覚を尊重しつつも、極力、科学的、客観的なプロセスによりモデルの構築を行うよう努めています。このため、「どのようにモデルを構築したのか」という点を重視した構成となっています。

冊子のタイトルに付されたver.（バージョン）は、これらのモデルが常に改良の途上にあることを示しています。従って、今後もモデルの信頼度や使いやすさを高めるため、適宜、モデルのバージョンアップが検討されることとなります。その際には、モデルを利用された皆様からのご意見が欠かせません。対象種の生態やモデルの構築方法、使い勝手等についてお気づきの点があれば、巻末の連絡先までコメントをお寄せ下さい。また、本シリーズでは、今後もモデルの種類を追加していく予定です。新たなモデルに関するご提案も歓迎します。

より良いモデルの構築、科学に基づいた環境評価の実現、ひいては日本の生物多様性の保全と回復のために、今後とも、皆様のご理解とご協力をお願い申し上げます。

最後となりましたが、本シリーズの刊行にあたっては、アメリカ合衆国内務省地質調査所、(財)日本生態系協会専門研究委員諸氏の方々をはじめ、多くの識者のご協力、ご指導をいただきました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

(財)日本生態系協会 会長 池谷奉文

1. ハビタット利用に関する既存文献情報

1 概要	1
2 食物	1
3 繁殖	1
4 カバー	1
5 行動圏	1

2. ハビタット適性指数モデルの構築

1 方法	1
2 結果	2
a 活動期	2
b 越冬期	3
3 考察および今後の課題	5

3. ハビタット適性指数モデル

1 モデルの適用範囲	5
a 季節および生存必須条件	5
b 地理的範囲	5
c カバータイプ	5
d 最小ハビタット面積	5
2 モデルの構造およびハビタット変数の定義	5
3 ハビタット変数と適性指数の関係	6
4 HSI算出のための統合式	7

4. 謝辞	7
-------	---

5. 引用文献	7
---------	---

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ

のHSIモデル

ver1.0

1

1 ハビタット利用に関する既存文献情報

1 概要

ヒメミズカマキリ *Ranatra unicolor* はカメムシ目 Hemiptera タイコウチ科 Nepidae に属し、北海道、本州、淡路島、四国、九州、琉球（徳之島、伊平屋島、沖縄島、久米島、北大東島、南大東島）に分布する（林・宮本 2005）。

本種は、卵から成虫まで水中で過ごし（伴 1996）、岸からある程度離れ水深もかなりある浮葉植物の群落中に生息することが多い（伴ほか 1988）。成虫は6月に活動を始め、6月下旬から7月に産卵を開始する。新成虫は8月に現れ、10月になると越冬の準備に入る（都築ほか 2003）。越冬は水位や温度の安定した池沼の水中で行う（都築ほか 2003）。

本種は、開発による池沼の消滅、農薬や排水の流入による水質汚染、ブルーギルやブラックバスなど外来魚の放流による生息環境の悪化といったことから、群馬県、富山県、京都府、鳥取県、島根県、愛媛県、大分県、沖縄県の都道府県版レッドデータブックに掲載されている（沖縄県 1996；大分県 2001；群馬県 2002；京都府 2002；鳥取県 2002；富山県 2002；愛媛県 2003；島根県 2004）。

2 食物

ヒメミズカマキリは、ヒシ類などの植物につかまり待ち伏せして、水表面上のアメンボ類などを捕食する。餌の大半はアメンボ類などであるが（伴 1996）、ミズムシ、マツモムシの幼虫、ミズカメムシといった小型の水生昆虫も好んで捕食する（都築ほか 2003）。

3 繁殖

ヒメミズカマキリは、ヒシ類やジユンサイなど浮葉植物の植物組織中に産卵する（伴 1996；市川 1997；都築ほか 2003）。ヒシなどの浮葉植物は6月から7月にかけて葉を展開するので、産卵は主に7月に行われる（伴ほか 1988）。

4 カバー

ヒメミズカマキリは、活動期、越冬期ともに水中で植物の茎や枯れ草につかまり静止していることが多い。この行動はアメンボ類など餌の昆虫に対する擬態と考えられるほか、本種の捕食者については不明であるものの捕食者に対する擬態の可能性もある。

5 行動圏

ヒメミズカマキリの行動圏について述べられた文献はない。夜間に飛翔して移動することが知られている。

2

2 ハビタット適性指数モデルの構築

1 方法

本モデルは、2004年に栃木県藤岡町に位置する渡良瀬遊水地で実施された調査（日本生態系協会 2005）のデータと、2004年から2005年に渡良瀬遊水地で実施したヒメミズカマキリの生息場所調査のデータ（日本生態系協会 未発表）を用いて構築した。パフォーマンスメジャー^{*1}は、活動期、越冬期ともに調査方形区の成虫の有無とした。調査方法を以下に示す。

【本モデルの引用例】

（財）日本生態系協会ハビタット評価グループ（2006）ヒメミズカマキリのHSIモデル ver.1.0. （財）日本生態系協会編. ハビタット評価モデルシリーズ5. （財）日本生態系協会, 東京.

※1 パフォーマンスメジャー：HSIと対応する、個体群の具体的な指標値。

活動期

渡良瀬遊水地内の池沼で、0.25m²の方形区を181個設置し、ヒシ類の植被率を測定するとともにヒメミズカマキリの成虫の有無を確認した。本調査地内で、浮葉植物はヒシ類のみが見られた。ヒシ類には数種が含まれるが、葉での分類は困難なため、まとめて扱った。ヒシ類の植被率は目測により25%刻みで測定した。調査は2004年6月に行った。

越冬期

渡良瀬遊水地内の池沼で、0.25m²の方形区を100個設置し、水深とカバー率を測定するとともにヒメミズカマキリの成虫の有無を確認した。水深は、方形区の中心部をメジャーで測定した。カバー率は、方形区を真上から見て、カバー（水中の枯れ草や枯れ枝）が水底を覆っている割合を目測により10%刻みで測定した。調査は2005年3月に行った。越冬期でのヒメミズカマキリの成虫の有無と水深、カバー率との関係を見るために、分類木（Classification Trees）を用いた解析を行った。

分類木の解析は、Answer Tree3.1（SPSS社）を使用し、以下の条件で樹木を成長させた後、剪定を行った。

成長方法：CART

樹木の最大の深さ：10

ケースの最小数：親ノード=10、子ノード=5

不純度の最小変化量：0.0001

カテゴリ目的変数の不純度：Gine

HSI統合式の選択は、いくつかの式でHSIを計算し、実際のヒメミズカマキリの確認の有無と比較することにより最も適切な統合式を選定した。

2 結果

(a) 活動期

調査した181個の方形区のうち、28個の方形区でヒメミズカマキリの成虫を確認した。ヒシ類の植被率とヒメミズカマキリの成虫の有無の関係を見るために、四分位点を基準とした箱ひげ図を示した（図1）。10パーセンタイル、90パーセンタイルに棒を引いた。ヒシ類の植被率は、ヒメミズカマキリの成虫を確認した区で有意に高かった（マン・ホイットニーのU検定、 $U=991$, $p<0.001$ ）

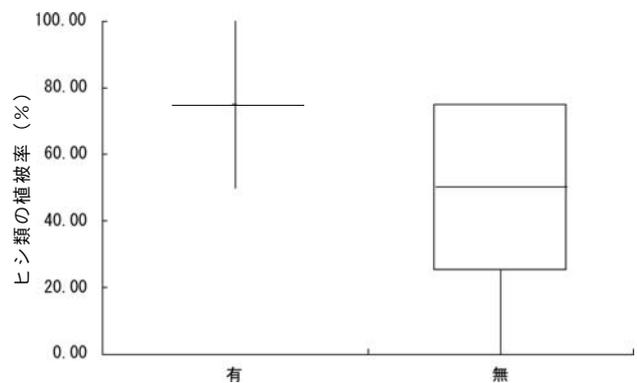


図1. ヒシ類の植被率とヒメミズカマキリの成虫の有無の関係

ヒシ類の植被率を5段階にカテゴリー区分し、それぞれのカテゴリーにおけるヒメミズカマキリの成虫の有無を表1に示した。ヒメミズカマキリの成虫は、ヒシ類の植被率が0-12.5%、12.5-37.5%のカテゴリーでは確認されず、62.5-87.5%のカテゴリーで最も多く確認された。

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ

のHSIモデル ver1.0

表1. ヒシ類の植被率のカテゴリー区分におけるヒメミズカマキリの成虫の有無

	0-12.5%	12.5-37.5%	37.5-62.5%	62.5-87.5%	87.5-100%
有	0 (0)	0 (0)	4 (12.5)	18 (28.6)	6 (30)
無	34 (100)	32 (100)	28 (87.5)	45 (71.4)	14 (70)
合計	34 (100)	32 (100)	32 (100)	63 (100)	20 (100)

数値は該当するコドラート数。カッコ内の数値はその割合(%)。

表1を元に、以下のようにSI関数を定義した。ヒシ類の植被率(以下、V1とする)が62.5%よりも高い場合、V1に対応する適性度(以下、SIV1とする)を1とした。V1が37.5%よりも低い場合はSIV1を0とした。37.5~62.5の区間については、SIV1は0から1へ直線的に増加するもの、すなわち、 $SIV1 = 0.04 \times V1 - 1.5$ とした。これらをヒシ類の植被率のSI関数とした(図2)。

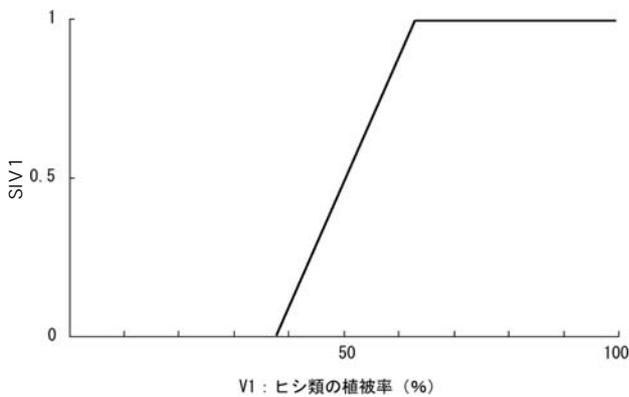


図2. ヒシ類の植被率 (V1) と適性度 (SIV1) の関係

(b) 越冬期

調査した100個の方形区のうち、20個の方形区でヒメミズカマキリの成虫を確認した。樹木モデルを成長させた結果を図3に示した。越冬期のヒメミズカマキリの成虫の有無は、まずカバー率が55%を境に区分され、カバー率が55%よりも高い方は、水深

が35.5cmを境に区分された。水深が35.5cmよりも高い方は、さらに水深が46cmを境に区分され、水深が46cmよりも低い方は、カバー率が85%を境に区分された(図3)。

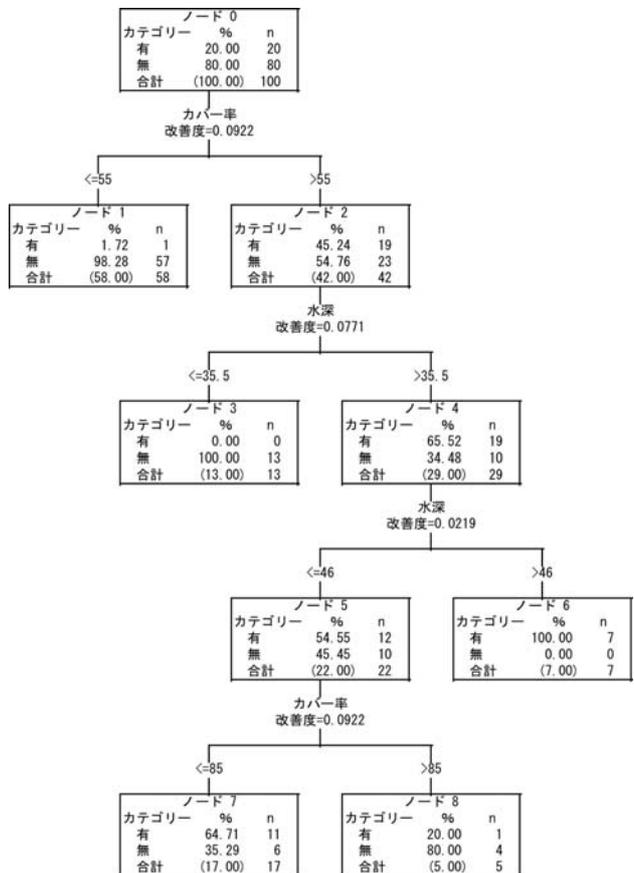


図3. 越冬期でのヒメミズカマキリの成虫の有無の樹形モデル

図3を元に、以下のようにSI関数を定義した。カバー率(以下、V2とする)が60%よりも高い場合、V2に対応する適性度(以下、SIV2とする)を1とし

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ
のHSIモデル ver1.0

た。なお、樹形モデルではカバー率が85%よりも高い場合、ヒメミズカマキリの成虫の生息可能性は低いと予想されたが、本種の生態から考えると、そのような予測は疑わしい。したがって、ここでは85%よりも高い場合についてもSIV2を1とした。V2が50%よりも低い場合はSIV2を0とした。50~60%の区間については、SIV2は0から1へ直線的に増加するもの、すなわち、 $SIV2 = 0.1 \times V2 - 5$ とした。これらのカバー率のSI関数とした(図4)。

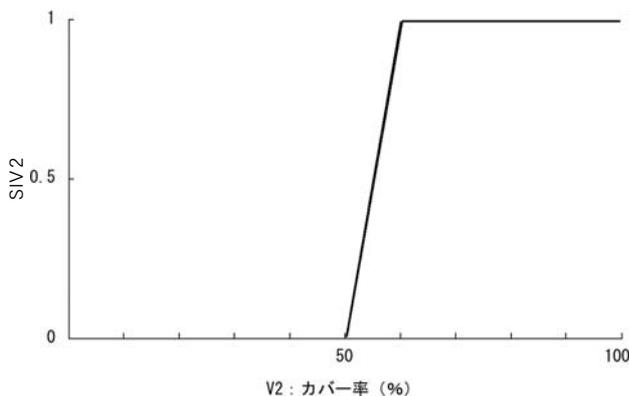


図4. カバー率 (V2) と適性度 (SIV2) の関係

水深(以下、V3とする)については、46cmよりも深い場合、V3に対応する適性度(以下、SIV3とする)を1とした。V3が35.5cmよりも低い場合はSIV3を0とした。35.5~46の区間については、SIV3は0から1へ直線的に増加するもの、すなわち、 $SIV3 = 0.0952 \times V3 - 3.3809$ とした。これらを水深のSI関数とした(図5)。

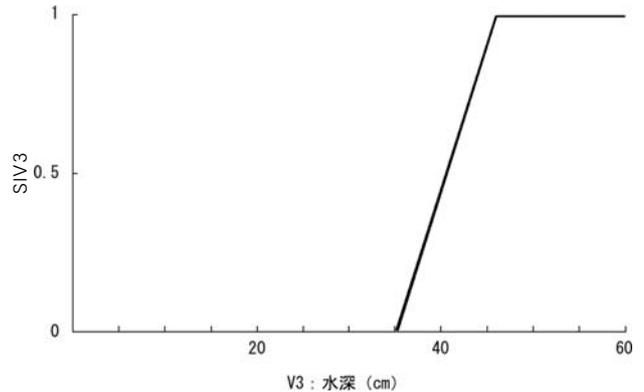


図5. 水深 (V3) と適性度 (SIV3) の関係

ヒメミズカマキリの越冬には、カバー率と水深がどちらも欠かせないものであるため、HSIの統合式としては、SIV2とSIV3が、それぞれ制限的に作用するような式を候補とすることとした。ここでは、乗法： $SIV2 \times SIV3$ 、幾何平均： $(SIV2 \times SIV3)^{1/2}$ 、三乗根： $(SIV2 \times SIV3)^{1/3}$ 、最小： $\text{Min}(SIV2, SIV3)$ の4式をHSIの統合式候補として検討を行った。

各統合式候補により算出された値が0.5未満の場合を0、0.5以上の場合を1で示したHSIの予測値と、実際の生息の有無(生息有=1、生息無=0)を示した実際値の間で、誤分類率(%)を比較したところ、三乗根が最も低かった(表2)。しかし、HSIはパフォーマンスメジャーがハビタットにより規定される上限を示すため、予測値=1で実際値=0となる割合が多い場合よりも、予測値=0で実際値=1となる割合が多い場合の方が、不適切なモデルと考えられる。統合式候補を比較すると、予測値=0で実際値=1となる割合についても、三乗根が低かった(表2)。

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ

のHSIモデル ver1.0

乗法		HSI値	
		0	1
実際値	0	76	4
	1	9	11
誤分類率 (%)		13	

幾何平均		HSI値	
		0	1
実際値	0	73	7
	1	5	15
誤分類率 (%)		12	

三乗根		HSI値	
		0	1
実際値	0	71	9
	1	2	18
誤分類率 (%)		11	

最小		HSI値	
		0	1
実際値	0	76	4
	1	9	11
誤分類率 (%)		13	

表2. 各統合式候補で分類された方形区数と誤分類率 (%)

3 考察および今後の課題

本モデルでは、ヒメミズカマキリの活動期についてはヒシ類の植被率 (V1) の1変数、越冬期についてはカバー率 (V2) と水深 (V3) の2変数からSI関数を構築した。ヒシ類につかまり餌生物を待ち伏せし、ヒシ類の組織中に産卵するヒメミズカマキリにとって、ヒシ類の存在は食物資源と産卵場所を提供する重要な要素であると考えられる。冬期における高いカバー率と深い水深は、水温の変化を抑え、捕食者に発見される危険性を下げることにより、ヒメミズカマキリに好適な越冬場所を提供すると考えられる。

今回は、活動期と越冬期の関係性について分析することができなかった。今後は、各季節におけるモデルの検証とともに、年間を通じたモデルの検討も進めていく必要がある。

3 ハビタット適性指数モデル

1 モデルの適用範囲

(a) 季節および生存必須条件

本モデルは、ヒメミズカマキリの活動期 (6~10月) と越冬期 (10~6月) でのハビタット適性を示そうとしたものである。

(b) 地理的範囲

関東地方の平野部において適用することを念頭に構築した。

(c) カバータイプ

ヒメミズカマキリは卵から成虫まで水中で過ごすので、池沼などの水域を対象とした。

(d) 最小ハビタット面積

ヒメミズカマキリの最小ハビタット面積に関する情報が記載された文献は得られなかった。このため、最小ハビタット面積は設定しないものとする。

2 モデルの構造およびハビタット変数の定義

ヒメミズカマキリのHSIは、活動期のハビタット適性 (HSIact) と越冬期のハビタット適性 (HSIwin) によって規定されると思われるが、本種の活動期のハビタットと越冬期のハビタットの関係 (適切な空間配置や必要量など) についてはデータや知見を得ることができなかったため、本バージョンではHSIactとHSIwinを結合したHSIは定義しないこととした。ハビタット変数、生存必須条件、およびヒメミズカマキリのHSIの関係を図6に示した。

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ
のHSIモデル ver1.0

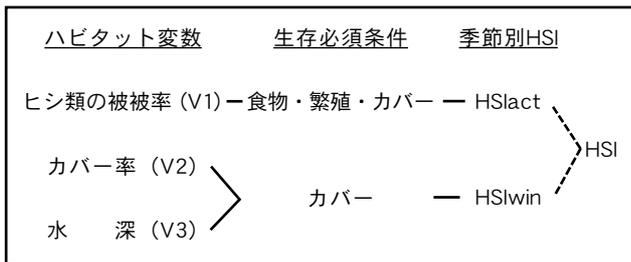


図6. ハビタット変数、生存必須条件、およびヒメミズカマキリのHSIの関係

ハビタット変数の定義は以下の通りである。

ヒシ類の植被率 (V1)

6月から7月における調査地点の水面のヒシ類の植被率 (%)。

カバー率 (V2)

冬期において調査地点の水底が枯れ草や枯れ枝によって覆われている割合 (%)。

水深 (V3)

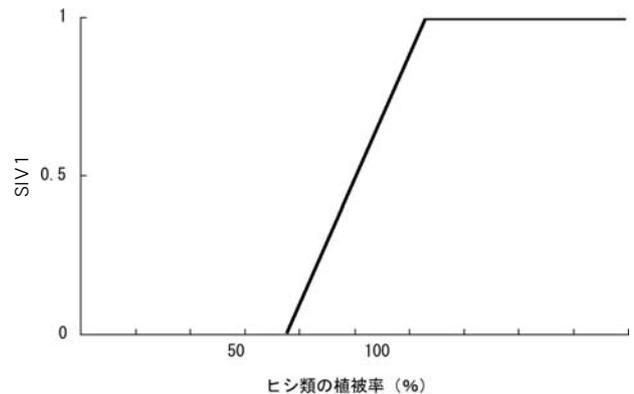
冬期における調査地点の水深 (cm)。

3 ハビタット変数と適性指数の関係

活動期

V1. ヒシ類の植被率

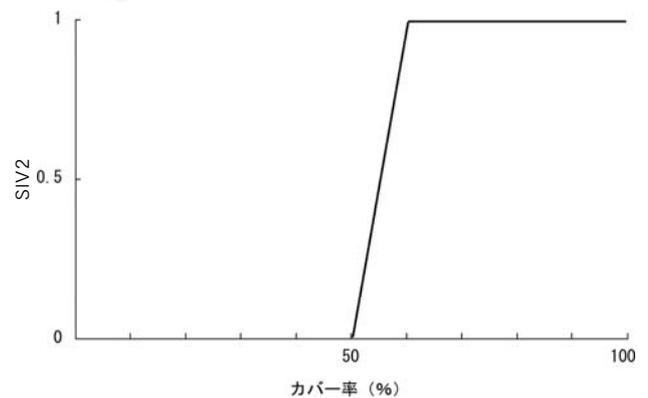
$$SIV1 = \begin{cases} 1.0 & V1 > 62.5 \text{ の場合} \\ 0.04 \times V1 - 1.5 & 37.5 < V1 \leq 62.5 \text{ の場合} \\ 0.0 & V1 \leq 37.5 \text{ の場合} \end{cases}$$



越冬期

V2. カバー率

$$SIV2 = \begin{cases} 1.0 & V2 > 60 \text{ の場合} \\ 0.1 \times V2 - 5 & 50 < V2 \leq 60 \text{ の場合} \\ 0.0 & V2 \leq 50 \text{ の場合} \end{cases}$$



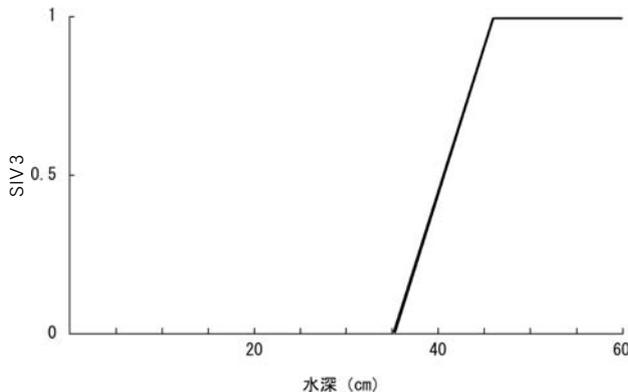
V3. 水深

$$SIV3 = \begin{cases} 1.0 & V3 > 46 \text{ の場合} \\ 0.0952 \times V3 - 3.3809 & 35.5 < V3 \leq 46 \text{ の場合} \\ 0.0 & V3 \leq 35.5 \text{ の場合} \end{cases}$$

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ

のHSIモデル ver1.0



4 HSI算出のための結合式

活動期

$$HSI_{act} = SIV1$$

越冬期

$$HSI_{win} = (SIV2 \times SIV3)^{1/3}$$



4 謝辞

本モデルの作成に当たり、国土交通省利根川上流河川事務所には調査データの使用を快く許可していただいた。元大阪市立自然史博物館館長の宮武頼夫氏、東京農業大学の岡島秀治氏には、モデルの草稿をご確認いただき有益な助言を賜った。ここに記して厚く御礼申し上げる。



5 引用文献

伴 幸成 (1996) 水生カメムシ類. 日本動物大百科 8 : 168. 平凡社, 東京.

伴 幸成・柴田重昭・石川雅宏 (1988) 日本の昆虫. ヒメタイコウチ. 文一総合出版, 東京.

愛媛県 (2003) 愛媛県レッドデータブック—愛媛県の絶滅のおそれのある野生生物—.

群馬県 (2002) 群馬県の絶滅のおそれのある野生生物 動物編.

林 正美・宮本正一 (2005) 半翅目Hemiptera. 日本産水生昆虫一科・属・種への検索 : 291-378. 東海大学出版会, 東京.

市川憲平 (1997) すべては卵から始まった—水生カメムシの卵の特性と生態の多様性—. 昆虫と自然, 32 (6) : 19-22.

京都府 (2002) 京都府レッドデータブック上巻 野生生物編.

日本生態系協会 (2005) 平成16年度 渡良瀬遊水地ハビタット調査業務報告書. 国土交通省利根川上流河川事務所委託.

沖縄県 (1996) 沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブックおきなわ—.

大分県 (2001) レッドデータブックおおいだ〜大分県の絶滅のおそれのある野生生物〜.

島根県 (2004) 改訂 しまねレッドデータブック〜島根県の絶滅のおそれのある野生動植物〜.

都築裕一・谷脇晃徳・猪田利夫 (2003) 水生昆虫完全飼育・繁殖マニュアル普及版. データハウス, 東京.

鳥取県 (2002) レッドデータブックとっとり—鳥取県の絶滅のおそれのある野生動植物—.

Ranatra unicolor

ヒメミズカマキリ
のHSIモデル ver1.0

富山県（2002）富山県の絶滅のおそれのある野生生物
—レッドデータブックとやま—

(財)日本生態系協会

(財)日本生態系協会は、国内や海外の情報を広く集め、自然と共存した持続する国づくり、まちづくりを進める専門集団です。自然科学、社会科学の両側面から調査研究を行い、持続可能な発展を目指す国土計画や地域再生プロジェクトに、市民とともに取り組んでいます。また、各種法制度に、自然との共存という視点を加えるための提言を行うとともに、環境教育活動、国際シンポジウムやセミナーの開催、ビオトープ管理士制度の設置、書籍の企画、編集など、さまざまな普及啓発活動や技術指導も行っています。こうした活動は、会員をはじめとする多くのボランティアによって支えられています。

主な著書としては、『日本を救う「最後の選択」』（情報センター出版局）、『ビオトープネットワーク』（ぎょうせい）、『ビオトープネットワークII』（ぎょうせい）、『環境を守る最新知識』（信山社サイテック）、『環境の時代を迎える世界の農業』（(財)日本生態系協会）、『学校ビオトープ』（講談社）、『環境アセスメントはヘップ（HEP）でいきる』（ぎょうせい）などがあります。

連絡先

〒171-0021 東京都豊島区西池袋2-30-20 音羽ビル

TEL:03-5951-0244 FAX:03-5951-2974

<http://www.ecosys.or.jp/eco-japan/>

コメントの送付について

本モデルに関するご意見等がございましたら、所属、氏名、連絡先をご記入の上、下記送付先までコメントをお寄せ下さい。貴重な情報として、モデル改訂時の参考とさせていただきますので、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

【コメント送付先】

(財)日本生態系協会 ハビタット評価グループ

住所 〒171-0021 東京都豊島区西池袋2-30-20 音羽ビル

FAX 03-5951-2974

E-mail habitat@ecosys.or.jp

※電子メールはテキスト形式にてご送付下さい（ファイルの添付、html形式のメールはご遠慮下さい）。

※個別のご質問についてはお答え致しかねますので、予めご了承下さい。

モデル作成

(財)日本生態系協会ハビタット評価グループ

ヒメミズカマキリのHSIモデル ver.1.0

2006年11月 発行 (2007年 1月誤植訂正)

編集 財団法人 日本生態系協会
発行 財団法人 日本生態系協会
〒171-0021
東京都豊島区西池袋2-30-20 音羽ビル

* 禁無断転載・複製

© (財) 日本生態系協会 2006

 (財)日本生態系協会