

## Colonization of a recent, volcanically formed freshwater habitat: an example of primary succession

Heiko L. Schoenfuss\*, Matthew L. Julius\* and Richard W. Blob\*\*

A small ichthyological fauna has been sustained for at least eight years in two fissures in an extensive lava shield on the southeastern coast of the Island of Hawai'i. This freshwater ecosystem contains bacterial mats that likely serve as food source for *Macrobrachium grandimanus*, the only species of macro-invertebrate found in the cracks. Six species of diatoms make up the primary production community of the cracks. These diatom species were found to serve as food source for *Sicyopterus stimpsoni*, an endemic amphidromous Hawaiian goby and the only vertebrate species found in this freshwater system. This unique system's extreme species paucity can be attributed to the remoteness of the site and the absence of a source stream up current from the fissures.

### Introduction

Freshwater ecosystems on small oceanic islands are frequently subjected to catastrophic events (e.g., flash floods, hurricanes, volcanic eruptions) destroying resident faunas of stream reaches, watersheds, and even entire islands. In the Hawaiian Islands, the ontogeny of indigenous amphidromous gobioid fishes facilitates the repopulating of freshwater systems after these catastrophes. All five species of native Hawaiian freshwater fishes have life histories characterized by an amphidromous migration involving a seaward migration upon hatching and a return to freshwater after 3-6 months (Ego, 1956; Radtke, 1988; Kinzie, 1990; McDowall, 2003). Fitzsimons & Nishimoto (1995) have documented the utility of the oceanic larval phase as a reserve to repop-

ulate streams such as those devastated by Hurricane Iniki in 1992 on the Island of Kaua'i. Volcanic activity provides another source of potential devastation of Hawaiian freshwater ecosystems as has been the case on the volcanically active southeastern side of the Island of Hawai'i, where many spring-fed freshwater streams have been completely obliterated by lava flows in the past century. Here we describe the occurrence of a native Hawaiian stream fish in a newly exposed freshwater habitat previously covered by hardened lava. The simple trophic interactions among species in this ecosystem provide insight into the possible sequence of repopulation events into previously devastated freshwater habitats on Hawaiian islands.

The Island of Hawai'i (Big Island) constitutes one of the most active volcanic sites in the world

---

\* Department of Biological Sciences, St. Cloud State University, St. Cloud, MN 56301, USA.  
 E-mail: hschoenfuss@stcloudstate.edu; mljulius@stcloudstate.edu

\*\* Department of Biological Sciences, Clemson University, Clemson, SC 29634, USA. E-mail: rblob@clemson.edu

## The whole contribution can be purchased as a PDF file.

To avoid unlicensed distribution of the PDF files we use an encryption method which which attaches the permission to open the PDF files to the customers computer.

The installation of these PDF files does exclusively run on IBM compatibles (**not** Apple Macintosh).

### Prices

Articles in journals and single contributions or chapters in books:

**10 € basic price** (the first 10 pages are included), and

**0.50 € page price**, beginning with the 11th page.

### Orders

Use our order form for PDF files or send your order informal per e-mail (pdf@pfeil-verlag.de). The only accepted payment is by credit card. Using the order form for PDF files, your data will be transmitted by secure link (ssl). You also may send the informations informally by e-mail, fax, phone or mail.

### Handling

- After we charged your credit card, you will receive the **PDF file(s)** together with an **installer** ("install.exe") per e-mail. Larger PDF files can be downloaded from our webspace, if necessary, or we send it by mail on CD.
- To open the encrypted PDF files, the plugin "fOpen32.api" must be existing in the "Plug\_ins" directory of Acrobat Reader or Acrobat. Running the installer, you will be informed if this plugin is missing.
- Running "install.exe" on your computer, a new directory "PDF-Pfeil" will be created.
- During installation, a "Product ID" [e.g., 1234509876] and an "Input string" [e.g., ABCXYZMNO] are shown.
- Clicking on the "Create E-Mail" button, your e-mail program will open, and both the "Product ID" and the "Input string" will automatically be transferred to a new e-mail.
- Submit this e-mail and stop installation.
- As soon as possible, depending on our business hours, you will receive an e-mail with an "authorization string" [e.g., XOOFQOXSV].
- Run the installer again and transfer this string to the corresponding box. The PDF file can now be opened.

### Libraries and standing orders

If you wish to subscribe a PDF version of a journal or you want to order publications for a public library, please contact us per e-mail.

## Dieser Beitrag kann als PDF-Datei erworben werden.

Um die unlizenzierte Weitergabe der PDF-Dateien zu verhindern, verwenden wir eine spezielle Verschlüsselungstechnik, die die Berechtigung zum Öffnen der PDF-Dateien an einen Rechner bindet.

Die Installation dieser PDF-Dateien läuft nur auf IBM-kompatiblen Computern (**nicht** Apple Macintosh).

### Preise

Zeitschriftenbeiträge und einzelne Kapitel aus Sammelbänden bzw. Büchern:

**10 € Grundbetrag** (einschließlich der ersten 10 Seiten), und

**0,50 € Seitenpreis** ab der 11. Seite.

### Bestellungen

Bestellungen sind mit dem PDF-Bestellformular oder formlos per E-Mail (pdf@pfeil-verlag.de) an uns zu richten. Die Bezahlung ist ausschließlich per Kreditkarte möglich. Bei Verwendung unseres Bestellformulars werden die Kreditkartendaten über eine gesicherte Verbindung (ssl) übermittelt. Sie können die Daten aber auch formlos per E-Mail, Fax, Post oder telefonisch übermitteln.

### Abwicklung

- Nach Abbuchung des Betrages von Ihrer Kreditkarte schicken wir Ihnen die **PDF-Datei(en)** zusammen mit einem **Installer** (»install.exe«) per E-Mail. Größere Dateien bieten wir Ihnen gegebenenfalls zum Download von unserem Webspace an, bzw. schicken sie auf CD per Post.
- Um die verschlüsselten PDF-Dateien öffnen zu können, muss sich das Plugin »fOpen32.api« im »Plug\_ins«-Verzeichnis von Acrobat Reader bzw. Acrobat befinden. Bei der Ausführung des Installers werden Sie gegebenenfalls darauf hingewiesen.
- Führen Sie den Installer auf Ihrem Computer aus, so wird ein Verzeichnis »PDF-Pfeil« angelegt.
- Im Verlauf der Installation werden eine »Product ID« [z.B. 1234509876] und ein »Input string« [z.B. ABCXYZMNO] angezeigt.
- Klicken Sie im angezeigten Fenster auf »Create E-Mail«, so öffnet sich Ihr E-Mail-Programm und die »Product ID« und der »Input string« werden automatisch in eine neue E-Mail übertragen.
- Schicken Sie die E-Mail ab und brechen Sie die Installation ab.
- So bald wie möglich, aber abhängig von unseren Bürozeiten, senden wir Ihnen einen »Authorization string« [z.B. XOOFQOXSV] zurück.
- Geben Sie diesen String bei erneuter Installation ein. Anschließend kann die PDF-Datei geöffnet werden.

### Bibliotheken und Zeitschriftenabonnements

Wenn Sie die PDF-Version einer Zeitschrift abonnieren oder für eine Bibliothek bestellen wollen, setzen Sie sich bitte per E-Mail mit uns in Verbindung.