

北米侵入種クズ *Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) Maesen et S. Almeida (Leguminosae) の原産地域における天敵相

今井 健介^{*,†}・三浦 和美[‡]・飯田 博之[§]・藤崎 憲治

京都大学大学院農学研究科昆虫生態学研究室

Herbivorous Insect Fauna of Invasive Vine, Kudzu, *Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) Maesen et S. Almeida (Leguminosae), in Its Native Range. Kensuke IMAI^{*,†} Kazumi MIURA[‡] Hiroyuki IIDA[§] and Kenji FUJISAKI Laboratory of Insect Ecology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University; Kitashirakawa Oiwakecho, Sakyo, Kyoto 606-8502, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 55: 147-154 (2011)

Abstract: Kudzu, *Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) Maesen et S. Almeida, is an invasive weed introduced to the United States from Japan. In Japan, we conducted an intensive search of biological control agents for kudzu in 2004 and 2005. Through field survey and literature research, we found 48 species of potential kudzu feeders, including 20 species which have not been recorded in a previous list of arthropods associated with kudzu in Japan. Of the 20 species, 3 species, *Reptalus quadricinctus* Matsumura, *Paracardiophorus subaeneus yasudai* Ohira and *Jodis orientalis* Wehrli, were considered as possible monophagous kudzu feeders. Numbers of common species between Japan and China, and between Kinki District, central Japan and Kagoshima City, southern Japan were 15 and 21, respectively. The small numbers of common species showed large difference of insect fauna among native range of kudzu. In our search in Kinki District, the cumulative number of species found by cumulative searching time almost reached saturation by ca. 2,000 min search. This suggests that survey over wider geographic range and/or in different design would be required for more efficiency in future surveys of potential biological control agents of kudzu in Japan.

Key words: Biological control agent; herbivorous insect; kudzu; *Pueraria lobata*; *Pueraria montana*

緒 言

日本原産のマメ科植物であるクズ *Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) Maesen et S. Almeida は、20 世紀初頭にアメリカなど世界各地へ家畜飼料植物や土壌流出防止植物として人為導入され、その後、野生化した蔓性植物である (Piper, 1920)。今日のアメリカにおいては、クズは強力な日本産侵略的外来種として知られ、果樹園などの樹木を被覆することで経済的被害をもたらしているほか、森林などに生育する在来植物相を被覆することで生態系への弊害も引き起こしている (Alderman, 1998)。そのため、クズは 1953 年にアメリカ農務省の土壌流出防止植物

の利用推奨種リストから除外され、1998 年にはアメリカ連邦政府の害草リストに加えられた (Mitich, 2000; Sun et al., 2006; US Forest Service, 2008)。クズは侵入当初のフロリダなどアメリカ東南部の亜熱帯地域から、東北部の温帯地域、中部の乾燥帯地域などへ分布を広げている (USDA, 2008)。現在ではクズの被害を受けているアメリカの土地は 28,000 km² に及ぶと推定され (Fears and Frederick, 1977; Miller and Edwards, 1983; Corley et al., 1997; Mitich, 2000; Britton et al., 2002)、さらに西部のオレゴン州への侵入が確認されるなど (USDA, 2008)、被害域が拡大しつつある。

クズは頑丈な根によって栄養繁殖するため、群落の地上部を刈り取っても再繁茂する。したがって、定期的かつ継

* E-mail: k-imai@kun.ohs.ac.jp

† 現在 大阪人間科学大学

‡ 現在 京都大学生態学研究センター

§ 現在 野菜茶業研究所

†† Present address: Osaka University of Human Sciences, Shojaku, 1-4-1, Settsu, Osaka 566-8501, Japan.

‡‡ Present address: Center for Ecological Research, Kyoto University, 509-3, 2-chome, Hirano, Otsu, Shiga 520-2113, Japan.

§§ Present address: National Institute of Vegetable and Tea Science, Mie 514-2392, Japan.

2010 年 12 月 19 日受領 (Received 19 December 2010)

2011 年 4 月 9 日登載決定 (Accepted 9 April 2011)

DOI: 10.1303/jjaez.2011.147

続的な刈り取りが必要となるが、これには大きな環境攪乱が伴う。現行防除では、除草剤の持続的な散布が必要とされているが (Sun et al., 2006; USDA, 2008), この方法は環境への負荷が大きく、代替法として天敵を用いた生物的防除法の開発が望まれている。アメリカ国内でクズの天敵となっている無脊椎動物相は、原産地であるアジアに比べて貧弱であり (Sun et al., 2006), 欠損している天敵を導入して補うことによって、クズの増殖を防ぐことが期待されている。もちろん、天敵導入に際しては、生態系への悪影響など、考慮しなければならない課題が山積しているが、本稿ではこれ以上言及しない。

近年、アメリカ農務省はクズの原産地の一つである中国の安徽省 (亜熱帯域) と広東省 (亜熱帯～熱帯域) において、116種のクズ食性昆虫や数種のクズ寄生性の病原菌を発見し、クズのスペシャリストと考えられた種のなかでも防除効果が大きい数種の病原菌と昆虫を生物的防除用の天敵の候補とした (Sun et al., 2006)。しかし、原産地に含まれる日本における天敵相の情報は比較的限られており、中国に生息しない防除用の天敵が発見できる可能性がある。日本における最も詳細な先行研究は Tayutivutikul and Kusigemati (1992) によるもので、彼らは日本の温帯地域の南端に近い鹿児島市内 (N31°36', E130°33') で重点的な調査を行い、62種のクズ食性昆虫類と1種のハダニを記録した。さらにこの報告の中で、日本の昆虫類についての文献情報を統合することで109種の昆虫と2種のハダニ類からなる日本産クズ天敵リストを作成した。しかし、Tayutivutikul and Kusigemati (1992) の野外調査は鹿児島市内に限られており、気候的多様性に富む日本の他の地域で、広域にクズ食者群集を野外で調査した報告は存在しない。

著者らは2004年から2005年にかけてアメリカ農務省との共同研究を行い、近畿地方を中心に日本の広範囲でクズ食昆虫とハダニ類を探索し、その成果の一部として、Tayutivutikul and Kusigemati (1992) の日本産クズ天敵リストに未掲載の天敵種を発表している (Imai et al., 2010)。本稿では、我々が発見したすべての天敵の種名、採集地域、食性幅、他国・他地域での報告例の有無を含む詳細なリストを報告する。また、近畿地方での本調査における調査努力-累積発見種数曲線を作成することで、今回の成果を評価し、今後の調査のあり方を論ずる。さらに、Sun et al. (2006) に報告された中国の天敵相および、Tayutivutikul and Kusigemati (1992) が報告した鹿児島市のクズ天敵相との比較を行うことで、日本国内あるいは東アジアの地域間の天敵相の相違を明らかにし、異なる地域でクズ防除天敵発見事業を継続することの必要性を指摘する。

本文に入るに先立ち、研究遂行上、多大なご指導をいただいたアメリカ農務省森林局の Recharde Reardon 博士、マサチューセッツ大学の Suzanne Lyon 氏にお礼申し上げる。

また、大阪市立環境科学研究所の山崎一夫博士、住友化学 (株) 農業化学品研究所の大橋和典博士には多くの昆虫種の同定をお願いした。岡山大学大学院環境学研究科昆虫生態学研究室の日室千尋博士、京都大学大学院農学研究科昆虫生態学研究室の嘉田修平氏にはカメムシ類の同定を、京都大学大学院地球環境学部の吉本治一郎博士には甲虫類をはじめとする種の同定をお願いした。皆様に厚くお礼申し上げる。本研究はアメリカ農務省との共同研究成果に基づくものであり、文部科学省21世紀COEプログラムの助成を受けたものである。

材料および方法

1. 野外調査

野外調査は2004年5月～11月および2005年4月～10月にかけて行った。主な調査場所は近畿地方12カ所と、近畿地方以外の7カ所 (鹿児島県、静岡県、東京都2カ所、栃木県、宮城県、北海道) である。各調査場所の地名と都道府県名、調査時期、調査回数、緯度経度を Table 1 に示す。

調査は日本におけるクズの主な生育場所である河川敷ですべて実施し、クズがほとんどの被覆を占める場所を調査地点とした。2004年には、近畿地方の各調査場所で6地点、その他の地域の各調査場所で3地点を選び、その周辺を調査者1人が15分間かけて見取り法 (視認による直接観察法) により探索した。調査でカバーした面積はクズの生育程度などにより地点ごとに異なったが、1地点あたり5～15m²であった。2005年の調査では、いずれの調査場所でも4地点を選び、各地点において調査者1人が5分間探索し、結果的に1地点あたり2～5m²の範囲を調査した。さらに、2005年の調査のうち7回 (Table 1) では、3株ずつのクズ茎基部の直下30cmほどを掘り起こして探索したが、地下部を食害する天敵を発見することはできなかった。

調査中に発見した植食性昆虫は、その場で同定できる少数の種は記録をとるにとどめたが、それ以外は採集して実験室に持ち帰った。採集した幼虫は同定できないものについては25°C恒温、16L8D日長の条件でクズの葉を与えて飼育・羽化させてから同定した。野外あるいは実験室内でクズを摂食していることを確認できた種は、クズ食者と判定した。

2. クズ地下部の天敵の文献調査

クズの地下部は複雑かつ長大で、それを食害する昆虫を採集することは困難であり、今回の調査でも地下部を食害する昆虫等は発見できなかった。しかし、日本ではクズの地下部はデンプン源として利用されており、それを食害する昆虫が農業害虫として記録されている可能性があったので、文献調査により、このような天敵種を探索した。

Table 1. Sites and periods of surveys in 2004 and 2005

Site (Prefecture)	Survey period (frequency of survey)		Examination of roots in 2005	Coordinate
	2004	2005		
Kinki district				
Adogawa (Shiga)	Jun (1)	—	—	N35°21', E136°01'
Azuchi (Shiga)	Aug (1)	Jun-Sep (3)	June (1)	N35°09', E136°05'
Yasugawa (Shiga)	—	Nov (1)	—	N35°04', E136°00'
Ishiyama (Shiga)	Oct (1)	Jun-Oct (3)	—	N34°57', E135°56'
Matsuobashi (Kyoto)	Jul (1)	May-Sep (3)	May and Sep (2)	N35°00', E135°41'
Yawata (Kyoto)	May-Oct (10)	May-Sep (3)	—	N34°53', E135°42'
Kizu (Kyoto)	May (1)	May-Oct (3)	—	N34°57', E135°56'
Takiyama (Hyogo)	Sep (1)	Jun-Oct (3)	June (1)	N34°51', E135°25'
Mukogawa (Hyogo)	Jun (1)	—	—	N34°43', E135°23'
Hirakata (Osaka)	May (1)	Apr-Sep (3)	Apr (1)	N34°49', E135°38'
Sahogawa (Nara)	—	Nov (1)	—	N34°36', E135°47'
Yamatogawa (Nara)	—	Jun (1)	—	N34°36', E135°46'
Outside of Kinki district				
Sapporo (Hokkaido)	—	Aug-Sep (2)	—	N43°03', E141°16'
Sendai (Miyagi)	—	Aug (1)	—	N38°11', E140°56'
Tochigi (Tochigi)	Sep (1)	Aug (1)	—	N36°19', E139°54'
Haijima (Tokyo)	—	Aug (1)	—	N35°42', E139°20'
Hachioji (Tokyo)	Sep (1)	Aug (1)	—	N35°40', E139°19'
Shizuoka (Shizuoka)	Sep (1)	Aug (1)	—	N34°57', E138°23'
Kagoshima (Kagoshima)	Oct (1)	Jun-Oct (2)	June and Oct (2)	N31°45', E130°40'

3. クズ天敵リストの作成

上記の野外調査と文献調査に基づき、クズ食の可能性のある昆虫のリストを作成した。文献調査には日本応用動物昆虫学会 (2006), Sun et al. (2006) 安永ら (1993), Tayutivutikul and Kusigemati (1992), 林ら (1984), 井上ら (1982) を用いた。野外調査で発見した昆虫のうち、マメ科以外の科のスペシャリストとして知られる植食者は、偶然にクズ上に滞在していたにすぎない可能性が高いので、リストに加えなかった。残りの種は、野外調査および文献調査でクズ食が確認された種、クズと特定はできないもののマメ科を利用するという記載がある種、あるいは食性不明種のいずれかに分類したうえでリストを作成した。食性不明種については Thomson Scientific 社の提供する学術データベースである Web of Science, および Google 社の提供する学術文献検索サービスである Google Scholar で、学名をキーワードとした検索を行い、食性の記載がないことを確かめた。Sun et al. (2006) と同様、クズ単食性種を導入天敵の候補と考えた。クズ単食性種としてリストに記載したのは、クズ単食性として文献に記載されている種、先行研究で食性情報が存在しなかったが本調査でクズ食が観察された種、食性情報がないのでクズ単食性の可能性があり、本調査でクズ上で発見された種のいずれかである。

リストアップした各昆虫種について、生息が確認できた調査場所数を近畿地方とそれ以外の地方に分けて記録し

た。各種について Tayutivutikul and Kusigemati (1992) が野外調査で作成した鹿児島市におけるクズ天敵リスト、同じ論文で鹿児島市での野外調査と全国規模の文献調査によって作成された日本産クズ天敵リスト、および Sun et al. (2006) が作成した中国産クズ天敵リストに含まれるかどうかを記載した。また、文献資料から各種の食性幅を推定し、リストの項目に加えた。

4. 調査努力の評価

重点的に調査した近畿地方で得たデータを用いて調査努力に対する累積発見種数曲線を描くことで、発見種数の飽和の程度を明らかにし、今後同じ調査を続行した場合の近畿地方における発見効率を予測した。累積種数曲線の作成には統計パッケージ “R 2.12.0” (R Development Core Team, 2010) の VEGAN パッケージ (Oksanen et al., 2010) に含まれる specaccum 関数を用いた。この関数は、調査ごとのデータをランダムに並べ替えることで多数の調査努力-累積種数関係を計算し、そのすべての平均をとることで調査努力-累積種数曲線を描く。今回の解析では、1,000 回のランダムな並べ替えを行うように関数を設定した。

5. 地域間の天敵相比較

中国と日本の天敵相の比較のために Tayutivutikul and Kusigemati (1992) と本研究のリストをあわせたものと、中国で Sun et al. (2006) が記録したものに共通する種、属を抽出し、野村・シンプソンの類似度指数 NSC (野村,

1940; Simpson, 1960) を算出した。また、日本国内の比較のため、本研究で記録された天敵のうちの近畿地方で発見されたものと、Tayutivutikul and Kusigemati (1992) が鹿児島市で実施した野外調査の結果を比較し、同様に共通する種、属を抽出し、NSC を算出した。NSC は 2 群集に共通する分類群の数を、2 群集の分類群のうち少ない方の数で除したものであり、各群集に対する調査努力にばらつきがある際に有効な指数であるとされる (木元・武田, 1989)。

結果および考察

1. 日本産クズ天敵相の解明

我々は日本におけるクズ天敵相を解明してリスト化するために、2 年間に合計 19 地点、2445 分・人 (近畿地方 2050 分・人、その他の地方 395 分・人) かけてクズ地上部の見取り調査 (直接観察法) を行い、6 目 57 属 61 種の植食性昆虫をクズ上で発見した。そのうち他科の植物を摂食することが判明している狭食性昆虫 14 種を除いた 5 目 42 属 46 種にクズ食の可能性があった。これら 46 種のうち、ヨトウガ *Agrotis segetum* Denis et Schiffermuller、マメドクガ *Cifuna locuples confusa* Bremer、コガタヒメアオシヤク *Jodis orientalis* Wehrli、マルツノゼミ *Gargara genistae* (Fabricius) の 4 種は本研究の野外調査による観察で初めてクズ食が確認された種であり、28 種は先行研究 (Tayutivutikul and Kusigemati, 1992; 湯川・耕田, 1996; Sun et al., 2006) でクズ食が確認されている種、3 種は文献上食性が知られていない種、12 種は先行研究 (井上ら, 1982; 林ら, 1984; 安永ら, 1993; 日本応用動物昆虫学会, 2006) においてマメ科の摂食が記録されている種であった。調査地とした河川敷で見られたマメ科パイオマスのほとんどはクズで占められていたため、今回の調査で観察されたマメ科摂食種をクズ食の可能性のある種と分類することは妥当である。ただし、オオメカメムシ *Geocoris varius* (Uhler) のみについては、捕食性天敵としてもよく知られており (務川ら, 2006 など)、被食者をもとめてクズ上に滞在していた可能性もある。クズ食者として、上記の 46 種に我々の文献調査で新たに追加できた地下部を加害するチョウ目クズ食者 2 種、キマダラコウモリ *Endoclyta signifer* Walker とコウモリガ *Endoclyta excrescens* Butler (Tsugawa and Kayama, 1985) を加え、全部で 48 種をリストに掲載した (Table 2)。

上記の 48 種のうち 20 種は、Tayutivutikul and Kusigemati (1992) の作成した日本産クズ天敵リストに未記録で、本研究で追加した種である。この新記録種には、今回の文献調査でクズ食が確認できたチョウ目 2 種と本研究の野外調査でクズ食を初めて確認した 4 種、ヨトウガ、マメドクガ、コガタヒメアオシヤク、マルツノゼミが含まれる。それ以外の 14 種はマメ科の摂食記録はあるがクズ食が未確認で

ある 12 種、および文献上食性が知られていない 2 種であり、これらについては、クズを摂食するか実験的に確認する必要がある。

2. 導入天敵としての利用可能性の評価

本研究で新たにクズ食の可能性があると判定した 20 種から、導入に適したクズ単食性の種の候補を抽出した。クズの単食性天敵である可能性があるのは、クズ上で発見されたが食性が知られていないエゾコハナコメツキ *Paracardiophorus subaeneus yasudai* Ohira、ヨスジヒシウンカ *Reptalus quadricinctus* Matsumura およびコガタヒメアオシヤクの 3 種である (井上ら, 1982; 林ら, 1984; 安永ら, 1993; 日本応用動物昆虫学会, 2006)。アメリカへ導入する天敵の候補として、これら 3 種のクズ選好性と食性幅を検討する必要がある。

また、既知の単食性天敵のなかでは、今回の調査で確認したチャバラマメゾウムシ *Borowiecius ademptus* (Sharp)、オジロアシナガゾウムシ *Ornataleides (Mesalcidodes) trifidus* (Pascoe) が中国でも記録されており、クズノチビタマムシ *Trachys auricollis* E. Saunders とゴール形成タマバエ 2 種 *Geuns* sp. と *Pitydiplosis* sp. も鹿児島市と近畿地方に共通して記録されている。これらのうち、すでに北米に帰化しているチャバラマメゾウムシ (Sun et al., 2006) を除いた 4 種は、幅広い気候帯において利用可能な導入天敵種として有望である。特にクズノチビタマムシとゴール形成タマバエ *Pitydiplosis* sp. は、近畿より寒冷な調査場所 (それぞれ栃木、札幌) でも観察されている。また、潜葉性の植食者であるクズノチビタマムシは、河川敷だけでなく、林縁や荒地など多様な景観で頻繁に観察されており、環境の異なる広範な地域への導入可能性が示唆される (Imai et al., 2010)。

今後、これらの種について、個体群密度が増加した場合のクズ防除効果ならびに防除対象外植生への影響評価を行い、アメリカへの導入天敵としての有用性を検討する必要がある。

3. 調査努力の評価

近畿の調査地点における労力-累積発見種数曲線は飽和に近づいており (Fig. 1)、我々の調査によって近畿地方の河川敷から発見可能な種の多くがすでに発見されていることが示唆される。したがって、今後近畿地方においてクズ食者の探索を継続する場合には、河川敷以外の場所で調査を行うか、別の調査手法の導入が必要と考えられる。近畿地方において今回と同じ手法で調査を行う場合の必要調査努力として 2000 分・人が 1 つの目安になったが、この必要努力量が他地域での調査、あるいは他の手法での調査においても目安となり得るか否かは今後検討し、より効率的な天敵探索計画法を確立する必要がある。

Table 2. Potential kudzu feeding insects found in our field survey and literature research

Order (Sub order)/ Family	Species	Number of sites ^a		Listed in Japan ^b	Confirmed kudzu feeding ^c	Host range ^d	Collection in Kagoshima ^e	Collection in China ^f
		K	OK					
Coleoptera								
Bruchidae	<i>Borowiecius ademptus</i> (Sharp)	1	0	+	+	Mo	—	species
Buprestidae	<i>Trachys auricollis</i> E. Saunders	3	2	+	+	Mo	+	—
Cerambycidae	<i>Pterolophia caudata caudata</i> (Bates)	1	0	+	+	Po	—	genus
	<i>P. rigida</i> (Bates)	1	0	—	—	Po	—	genus
Chrysomelidae	<i>Aulacophora femoralis</i> (Motschulsky)	1	0	—	—	Po	—	—
	<i>A. nigripennis</i> Motschulsky	3	0	—	—	Po	—	—
	<i>Pagria signata</i> (Motschulsky)	4	2	+	+	Ol	+	species
Curcurionidae	<i>Eugnathus distinctus</i> Roelofs	4	1	+	+	Ol	+	genus
	<i>Ornatalcides (Mesalcidodes) trifidus</i> (Pascoe)	2	1	+	+	Mo, Ol?	—	species
	<i>Scepticus griseus</i> Roelofs	1	0	—	—	Po	—	—
Elateridae	<i>Paracardiophorus subaeneus yasudai</i> Ohira	0	1	—	—	unknown	—	—
Scarabaeidae	<i>Anomala orientalis</i> Waterhouse	1	0	+	+	Po	+	genus
	<i>A. rufocuprea</i> Motschulsky	1	0	—	—	Po	—	genus
	<i>Maladera japonica</i> Motschulsky	1	0	—	—	Po	—	—
	<i>Popillia japonica</i> Newman	5	2	+	+	Po	+	genus
Diptera								
Cecidomyiidae	<i>Geuns</i> sp.	3	0	+	+	Mo	+	—
	<i>Pitydiplosis</i> sp.	2	2	+	+	Mo	+	—
Heteroptera								
Alydidae	<i>Riptortus clavatus</i> (Thunberg)	2	0	+	+	Po	+	genus
	<i>Leptocoris chinensis</i> Dallas	1	0	—	—	Po	—	—
Coreidae	<i>Homoeocerus dilatatus</i> Horváth	4	1	+	+	Ol	—	genus
	<i>H. unipunctatus</i> (Thunberg)	6	1	+	+	Ol	+	genus
Lygaeidae	<i>Geocoris varius</i> (Uhler)	3	1	+	+	Po, Pre	+	—
	<i>Nysius plebeius</i> Distant	3	0	+	+	Po	+	genus
Malcidae	<i>Chauliops fallax</i> Scott	9	1	+	+	Ol	+	species
Pentatomidae	<i>Carpocoris purpureipennis</i> (De Geer)	0	1	—	—	Po	—	—
	<i>Dolycoris baccarum</i> (L.)	1	0	+	+	Po	—	—
	<i>Halyomorpha halys</i> (Stål)	3	0	+	+	Po	—	species
Plataspidae	<i>Megacopta punctatissima</i> (Montandon)	11	2	+	+	Ol	+	genus
Rhopalidae	<i>Leptocoris augur</i> (Fabricius)	1	0	—	—	Po	—	—
Homoptera								
Cicadellidae	<i>Bothrogonia ferruginea</i> (Fabricius)	1	1	+	+	Po	+	genus
	<i>Cicadella viridis</i> L.	3	2	+	+	Po	+	species
Cixiidae	<i>Reptalus quadricinctus</i> Matsumura	1	0	—	—	unknown	—	—
Membracidae	<i>Gargara genistae</i> (Fabricius)	4	0	—	+	Po, Ol?	—	species
Ricaniidae	<i>Orosanga japonicus</i> Melichar	5	0	+	+	Po	+	—
Lepidoptera								
Geometridae	<i>Jodis orientalis</i> Wehrli	1	0	—	+	unknown	—	—
Gracillariidae	<i>Spulerina dissotoma</i> Meyrick	1	0	+	+	Ol	+	—
Hepialidae	<i>Endoclyta signifer</i> Walker	0	0	—	+	Po	—	—
	<i>E. excrescens</i> (Butler)	0	0	—	+	Po	—	—
Lymantriidae	<i>Cifuna locuples confusa</i> Bremer	2	0	—	+	Po	—	—
Noctuidae	<i>Agrotis segetum</i> Denis et Schiffermuller	1	0	—	+	Po	—	—
Sphingidae	<i>Clanis bilineata tsingtauica</i> Mell, 1922	2	0	+	+	Ol	—	species
Orthoptera								
Acrididae	<i>Acrida cinerea</i> (Thunberg)	4	2	+	+	Po	+	—
	<i>Locusta migratoria</i> L.	0	1	—	—	Po	—	—
	<i>Patanga japonica</i> (Bolivar)	3	2	+	+	Po	+	—
Oecanthidae	<i>Oecanthus longicauda</i> Matsumura	0	1	—	—	Po	—	genus
Pyrgomorphidae	<i>Atractomorpha lata</i> (Motschulsky)	4	6	+	+	Po	+	—
Tetrigidae	<i>Tetrix japonica</i> (Bolivar)	2	0	+	+	Po	+	—
Tettigoniidae	<i>Homorocoryphus jezoensis</i> (Matsumura et Shiraki)	0	1	—	—	Po	—	—

^a K, sites within Kinki district; OK, sites outside of Kinki district.

^b +, Insects in a general list of arthropods associated with kudzu in Japan (Tayutivutik and Kusigemati, 1992).

^c +, Insects observed feeding kudzu in Tayutivutik and Kusigemati (1992), Sun et al. (2006), Tsugawa and Kayama (1985) or this study.

^d Mo, Monophagous, feeds on kudzu; Ol, Oligophagous, feeds mainly on Fabaceae; Po, Polyphagous, feeds on plants from other families than Fabaceae; Pre, Predator, also acts as predator. Host range based on Japanese literatures (see text).

^e +, Insects collected in Kagoshima city (Tayutivutik and Kusigemati, 1992).

^f species, Insects recorded by Sun et al. (2006); genus, Insects, same genus of which are recorded by Sun et al. (2006).

4. 中国と日本の天敵相の比較

中国と日本の両国で天敵を探索する必要性を評価するため、両国の天敵相を比較した。Tayutivutikul and Kusigemati (1992) と本研究のリストをあわせて 129 種とし、Sun et al. (2006) が中国安徽省（亜熱帯性気候）と広東省（亜熱帯～熱帯性気候）で記録した 116 種と共通する種、属を抽出した。その結果、両国の共通種は 15 種（Table 3, NSC: 0.129）、共通属も日本産 114 属、中国産 101 属のうちの 30 属（NSC: 0.297）にとどまっており、日本と中国で顕著な天敵相の違いがあることが判明した。中国で記録された 12 種のクズ単食者のうち、日本でも発見されたのはチャバラマメゾウムシ、オジロアシナガゾウムシの 2 種のみであった。逆に、中国で記録されず日本のみで記録された種の中には 3 種のクズ単食者（クズノチビタマムシおよび 2 種のゴール形成タマバエ *Geuns* sp. と *Pitydiplosis* sp.）が含まれていた。両国のクズ天敵相およびクズ単食者の種構成の違いから、より広範なクズ天敵リストの作成には、両国での調査に並行して、それ以外のクズ原産国へも調査を拡大することが望ましいと考えられる。

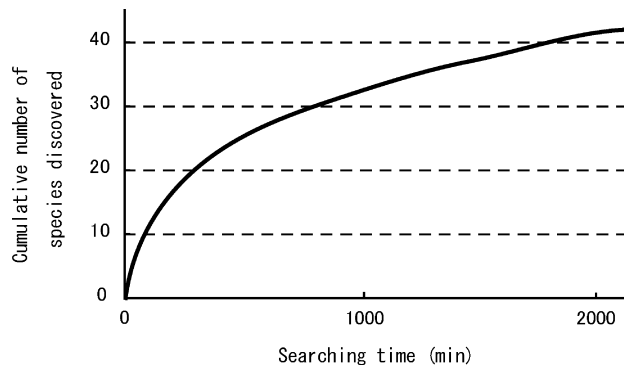


Fig. 1. Species accumulation curve of potential kudzu feeders encountered in our surveys within the Kinki District in 2004–2005. The curve was calculated by statistic package R (specaccum function in VEGAN package, with random option and 1,000 permutations).

5. 鹿児島市と近畿の天敵相の比較

日本国内の複数地域で導入天敵種を探索することの必要性を評価するため、Tayutivutikul and Kusigemati (1992) が鹿児島市（温帯～亜熱帯性気候）で調査したクズ天敵 61 種と本研究で近畿地方（温帯性気候）から記録した 41 種を比較した。両者の共通種は 21 種（Table 3, NSC: 0.50）にとどまり、共通属も鹿児島市 59 属、近畿地方 37 属のうち 21 属にすぎず、地域間での大きな差が明らかになった（NSC: 0.553）。共通種の中には 3 種のクズ単食者、すなわちクズノチビタマムシおよび 2 種のゴール形成タマバエ（*Geuns* sp. と *Pitydiplosis* sp.）が含まれた。しかし、クズ単食者として知られるオジロアシナガゾウムシとチャバラマメゾウムシは鹿児島市から記録されていない。このように、2 種の単食者を含む相当数（20 種）の天敵が近畿地方のみで発見された事実は、亜熱帯に近い鹿児島市と暖温帯に位置する近畿との間の天敵相の相違を示すものであるが、同時に、暖温帯よりも寒冷な気候域へ調査を拡大することで導入天敵候補を追加発見できる可能性を示唆している。実際、本調査で発見されたクズ食者のうち、エゾコハナコメツキ（栃木）、ムラサキカメムシ *Carpocoris purpureipennis* (De Geer)（札幌）、カンタン *Oecanthus longicauda* Matsumura（札幌）、ヒメクサキリ *Homorocoryphus jezoensis* (Matsumura et Shiraki)（札幌）の 4 種は近畿以北の調査地のみで観察された。北米でのクズ分布域が拡大しつつある現状を鑑みれば、より広範な環境、気候域に対応できる防除法の確立が必要なのは明らかである。生物的防除においても耐寒性などの生態的特性の異なる複数種の導入天敵候補を発見する必要がある。今後もクズ原産地域各国において、より広範な気候帯に於ける天敵探索が行われるべきである。

摘 要

クズは日本から北米へ導入されて害草化し、アメリカ合衆国では侵略的外来植物とされている。アメリカにおけるクズの生物的防除に資する目的で、原産国である日本にお

Table 3. Number of insect taxa recorded in researches in different regions

Research	No. of order	No. of genus	No. of species
Field and literature researches in Japan ^a	6	114	129
Field survey in Kagoshima ^b	6	59	61
Field survey in Kinki ^c	5	37	41
Common species between Kagoshima and Kinki	5	21	21
Field survey in China ^d	5	101	116
Common species between Japan and China	3	15	15

^a Insects recorded in our study and those in a general list of arthropods associated with kudzu in Japan (Tayutivutikul and Kusigemati, 1992).

^b Data from Tayutivutikul and Kusigemati (1992).

^c Result of our surveys, excluding those out of Kinki district.

^d Data from Sun et al. (2006).

けるクズの天敵相を調査し、2004年～2005年に近畿地方を中心に行った野外調査と文献調査により48種のクズ食者を確認した。そのうち20種は先行研究で作成された日本産クズ天敵リストに掲載されていない種であった。これらの中で導入可能なクズの単食性天敵と推察されたのは、食性が知られていない3種、エゾコハナコメツキ *Paracar-diophorus subaeneus yasudai* Ohira, ヨスジヒシウンカ *Reptalus quadricinctus* Matsumura, およびコガタヒメアオシヤク *Jodis orientalis* Wehrli であった。また、本調査で明らかになった近畿地方のクズ天敵相(41種)と鹿児島市における先行研究の結果(62種)を比較したところ、2地域間の共通種は21種で、天敵相に大きな違いが認められた。同様に、既存の日本産天敵リストと本研究の結果を併せた129種を、先行研究で報告された中国産天敵リストの116種と比較したところ、2国間の共通種は15種でさらに大きな差が認められた。このように調査地点により天敵相が大きく異なることから、気候等の環境条件の異なる多くの地点で探索することが有効な導入天敵の発見につながる可能性が示唆された。しかし、本調査の近畿地方における調査時間と累積発見種数との関係を解析したところ、今回の天敵探索方法による発見種数は飽和に近づいており、今後も天敵の探索を継続するなら、別の地域における調査や別の調査手法の導入が必要と考えられた。

引用文献

- Alderman, D. H. (1998) A vine for postmodern times: an update on kudzu at the close of the twentieth century. *Southeast Geogr.* 38: 167–179.
- Britton, K. O., D. Orr and J. H. Sun (2002) Kudzu. In *Biological Control of Invasive Plants in the Eastern United States* (R. G. Van Driesche, ed.). USDA Forest Service Publication FHTET-2002-04, Fort Collins, Colorado, USA, pp. 325–330.
- Corley, R. N., A. Woldeghbriel and M. R. Murphy (1997) Evaluation of the nutritive value of kudzu (*Pueraria lobata*) as a feed for ruminants. *Animal Feed Sci. Tech.* 68: 183–188.
- Fears, R. D. and D. M. Frederick (1977) Kudzu control on forest planting sites. *Proceed. Southern Weed Sci. Soc.* 30: 260.
- 林 匡夫・森本 桂・木元新作 (1984) 原色日本甲虫図鑑 (IV). 保育社, 大阪. 438 pp. [Hayashi, M., K. Morimoto and S. Kimoto (1984) *The Coleoptera of Japan in Color*. Vol. IV. Hoi-kusha Publishing Co., Osaka. 438 pp.]
- Imai, K., K. Miura, H. Iida, R. Reardon and K. Fujisaki (2010) Herbivorous insect fauna of kudzu, *Pueraria montana* (Leguminosae), in Japan. *Fla. Entomol.* 93: 454–456.
- 井上 寛・杉 繁郎・黒子 浩・森内 茂・川辺 湛 (1982) 日本産蛾類大図鑑 II. 講談社, 東京. 944 pp. [Inoue, H., S. Sugi, H. Kuroko, S. Moriuchi and A. Kawabe (1982) *Moths of Japan II*. Kodansha Publishing Co., Tokyo. 944 pp.]
- 木元新作・武田博清 (1989) 群集生態学入門. 共立出版社, 東京. 189 pp. [Kimoto, S. and H. Takeda (1989) *An Introduction to Community Ecology*. Kyouritsu Press, Tokyo. 189 pp.]
- Miller, J. H. and B. Edwards (1983) Kudzu: where did it come from? And how can we stop it? *South. J. Appl. For.* 7: 165–169.
- Mitich, L. W. (2000) Intriguing world of weeds: kudzu [*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi]. *Weed Tech.* 14: 231–234.
- 務川重之・後藤千枝・下田武志・小堀陽一・村田未果・鈴木芳人・矢野栄二・大井田寛・上遠野富士夫 (2006) オオメカメムシ *Piocoris varius* (Heteroptera: Lygaeidae) の茨城県および千葉県における生活史. 応動昆 50: 7–12. [Mukawa, S., C. Goto, T. Shimoda, Y. Kobori, M. Murata, Y. Suzuki, E. Yano, H. Oida and F. Kadono (2006) Life history of *Piocoris varius* (Heteroptera: Lygaeidae) in Ibaraki and Chiba, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 50: 7–12.]
- 日本応用動物昆虫学会 (2006) 農林有害動物・昆虫名鑑. 増補改訂版. 日本植物防疫協会, 東京. 387 pp. [Japanese Society of Applied Entomology and Zoology (2006) *Major Insect and Other Pests of Economic Plants in Japan*. Revised Ed. Japan Plant Protection Association, Tokyo. 387 pp.]
- 野村健一 (1940) 昆虫相比較の方法, 特に相関法の提唱について. 九州帝国大学農学部学芸雑誌 9: 235–262. [Nomura, K. (1940) On the methods of comparison of faunae or floras, with special reference of the correlation method. *Kyushu Univ. Bull. Fac. Agr.* 9: 235–262.]
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens and H. Wagner (2010) *vegan: Community Ecology Package*. R package version 1.17-4.
- Piper, C. V. (1920) Kudzu. *USDA Circular* 89: 7.
- R Development Core Team (2010) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Simpson, G. G. (1960) Notes on the measurement of faunal resemblance. *Am. J. Sci.* 258A: 300–311.
- Sun, J. H., Z. D. Liu, K. O. Britton, K. Cai, D. Orr and J. Hough-Goldstein (2006) Survey of phytophagous insects and foliar pathogens in China for a biological control perspective on kudzu *Pueraria montana* var. *lobata* (Willd.) Maesen and S. Almeida (Fabaceae). *Biol. Contr.* 36: 22–31.
- Tayutivutikul, J. and K. Kusigemati (1992) Biological studies of insects feeding on the kudzu plant, *Pueraria lobata* (Leguminosae): I. List of feeding species. *Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ.* 28: 89–124.
- Tsugawa, H. and R. Kayama (1985) Studies on population structure of Kudzu vine (*Pueraria lobata* Ohwi): VI. The structure of overwintering aboveground parts of individual plants which constitute a natural kudzu population. *Jpn. J. Grassland Sci.* 31: 167–176.
- USDA (2008) Plants Profile: *Pueraria montana* (Lour.) Merr. kudzu. <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=PUMO>
- US Forest Service (2008) US Forest service International Programs: Asia and The Pacific: China. <http://www.fs.fed.us/global/globe/asia/china.htm>
- 安永智秀・高井幹夫・山下 泉・川村 満・川澤哲夫 (1993) 日本原色カメムシ図鑑. 全国農村教育協会, 東京. 380 pp. [Yasunaga, T., M. Takai, I. Yamashita, M. Kawamura and T. Kawasawa (1993) *A Field Guide to Japanese Bugs: Terrestrial Heter-*

opterans. Zenkoku Nôson Kyôiku Kyôkai, Publishing Co., Tokyo.
380 pp.]
湯川淳一・榊田 長 (1996) 日本原色虫えい図鑑. 全国農村教育

協会, 東京. 826 pp. [Yukawa, J. and H. Masuda (1996) *Insect
and Mite Galls of Japan in Color*. Zenkoku Nôson Kyôiku
Kyôkai, Tokyo. 826 pp.]
