

# 森林総合研究所研究報告

Vol.12-No.4 (No.429)

## BULLETIN

of the  
Forestry and  
Forest Products  
Research Institute



**December 2013**



独立行政法人 森林総合研究所  
Forestry and Forest Products Research Institute



### The Chief Editor

篠原 健司 SHINOHARA Kenji (Principal Research Coordinator,FFPRI)

### The Vice-Chief Editor

三森 利昭 SAMMORI Toshiaki (Associate Research Coordinator,FFPRI)

### Editor

立花 敏	TACHIBANA Satoshi (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)
佐藤 明	SATO Akira (Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture)
飛田 博順	TOBITA Hiroyuki (Department of Plant Ecology,FFPRI)
小林 政広	KOBAYASHI Masahiro (Department of Forest Site Environment,FFPRI)
神崎 菜摘	KANZAKI Natsumi (Department of Forest Microbiology,FFPRI)
長谷川 元洋	HASEGAWA Motohiro (Department of Forest Entomology,FFPRI)
村田 仁	MURATA Hitoshi (Department of Applied Microbiology,FFPRI)
毛綱 昌弘	MOZUNA Masahiro (Department of Forest Engineering,FFPRI)
原田 真樹	HARADA Masaki (Department of Wood Engineering,FFPRI)
齋藤 英樹	SAITO Hideki (Department of Forest Management,FFPRI)
溝口 康子	MIZOGUCHI Yasuko (Hokkaido Research Center,FFPRI)
堀野 眞一	HORINO Shinichi (Tohoku Research Center,FFPRI)
黒川 潮	KUROKAWA Ushio (Kyushu Research Center,FFPRI)
衣浦 晴生	KINUURA Haruo (Kansai Research Center,FFPRI)
加藤 一隆	KATO Kazutaka (Forest Tree Breeding Center,FFPRI)
秦野 恭典	HATANO Yasunori (Research Information Division,FFPRI)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

### 表紙写真 Photograph in Cover

東京都品川区(林試の森公園)のクスノキ  
*Cinnamomum camphora* in Shinagawa City, Tokyo. (Rinshinomori Park)

ミズバショウ(群馬県利根郡)  
*Lysichiton camtschatcense* Schott in Tone-gun, Gunma Prefecture.

(本文173ページ)  
ヒラタケ白こぶ病を媒介する新害虫ナカグロハリキノコバエ  
*Brachypezomata armata* Winnertz, 1863, a vector causing gill-knot disease of oyster mushroom.

目 次

論 文

- スギ花粉飛散防止のための雄花特異的な生物防除資材候補、  
*Sydowia japonica* における分生子の大量生産  
升屋 勇人、廣岡 裕吏、秋庭 満輝、窪野 高德 …………… 165

短 報

- ヒラタケに寄生する新害虫キノコバエ類(双翅目キノコバエ科)  
末吉 昌宏、小坂 肇、村上 康明 …………… 171

ノ ー ト

- 半島マレーシアの典型的な2つのフタバガキ林における  
林冠状態の違いによる炭素蓄積量の比較  
佐藤 保、新山 馨、八木橋 勉、野口 麻穂子、  
アブドゥール・ラーマン・ビン・カシム、  
アジジ・リピン …………… 177

研究資料

- 街路樹として植栽されたナナカマド果実生産量の年変動  
—北海道内6都市における2001～2009年の記録—  
松岡 茂 …………… 179

**Bulletin of FFPRI, Vol.12. No.4 (No.429) December 2013**

**CONTENTS**

*Original article*

- Mass production of conidia of *Sydowia japonica*, a candidate of male-strobilus specific biocontrol agent for preventing the pollen dispersal of *Cryptomeria japonica*  
MASUYA Hayato, HIROOKA Yuuri,  
AKIBA Mitsuteru and KUBONO Takanori ..... 165

*Short communication*

- New pest fungus gnats (Diptera: Mycetophilidae) of oyster mushroom,  
*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer  
SUEYOSHI Masahiro, KOSAKA Hajime  
and MURAKAMI Yasuaki ..... 171

*Note*

- Comparison of forest carbon stocks between canopy conditions in  
two typical dipterocarp forest types in Peninsular Malaysia  
SATO Tamotsu, NIIYAMA Kaoru, YAGIHASHI Tsutomu,  
NOGUCHI Mahoko, ABD RAHMAN bin Kassim  
and AZIZI Ripin ..... 177

*Research record*

- Variations in fruit production of Japanese rowans  
*Sorbus commixta* planted as street trees  
- Data recorded between 2001 and 2009 in the six cities of Hokkaido -  
MATSUOKA Shigeru ..... 179



## 論文 (Original article)

# Mass production of conidia of *Sydowia japonica*, a candidate of male-strobilus specific biocontrol agent for preventing the pollen dispersal of *Cryptomeria japonica*

Hayato MASUYA<sup>1)\*</sup>, Yuuri HIROOKA<sup>1)</sup>, Mitsuteru AKIBA<sup>1)</sup> and Takanori KUBONO<sup>1)</sup>

### Abstract

Reduction of the pollen counts of *Cryptomeria japonica* is required for control of Japanese cedar pollinosis in Japan. The fungal parasite *Sydowia japonica* is under consideration as a biocontrol agent for male strobili of *C. japonica*. This organism has been shown to be virulent only against male strobili and seems to be a potential candidate for the control of the pollen dispersal. However the fungus has never produced sufficient numbers of inoculum on the artificial solid media for the application in the field yet. Here we report a series of experiments for mass production of conidia of *S. japonica* in artificial media. No teleomorph was induced on any artificial medium but conidia were easily produced on several media. Liquid medium based on Czapek-Dox and yeast extract was most useful for the production of the conidia. Additionally, culture condition was optimized for the rapid and mass production of the conidia. This study contributed to development of the application of *S. japonica* as male strobilus-specific bioherbicide.

**Key words** : *Sydowia japonica*, *Hormonema*, *Cryptomeria japonica*, spore production, bioherbicide

### 1. Introduction

Allergy caused by pollen of *Cryptomeria japonica*, which is so called Japanese cedar pollinosis, is one of the serious allergies in Japan. Twenty five million Japanese suffer from the pollen allergy, thus effective procedure are required for the control of pollen dispersal. One of the options is breeding of cultivar of *C. japonica* lacking pollen production (Saito et al. 1998). Indeed several cultivars lacking pollen has been developed in the program of Forest agency in Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery of Japan. However, a difficult problem about *C. japonica* trees already planted remains to be unsolved. Transplantation of all trees with pollen-lacking trees takes time, cost and efforts. Thus additional options for reduction of pollen counts should be also considered.

Recently we found a fungal parasite on the male strobili of *C. japonica*. This fungus was identified as *Leptosphaerulina japonica* in the past (Kasai 1917, Kobayashi 1970) but is now treated as *Sydowia japonica* (Hirooka et al. 2012). Most interesting feature of this fungus is that it specifically infect only to the male strobili of *C. japonica*. This feature enables us to consider the fungus as a candidate for the control of male strobili of *C. japonica*. Hirooka et al. (2013) conducted the artificial inoculation to *C. japonica* and showed that the fungus was

useful for the control of the male strobili and suggested the advantages of *S. japonica* as a biocontrol agent for male strobili of *C. japonica*. However, because they use mycelial mass as inoculum and directly inoculated the fungal mycelia to each male strobilus, their preparations for inoculation experiments were laborious and time-consuming. This can be extensively improved where mass spore production and inoculation using spore spraying are possible.

Thus, the objectives of this research are as follows; 1) to evaluate a range of growth media for the production of spores, 2) to optimize culture condition for mass production of inoculum.

### 2. Materials and Methods

#### 2.1 Fungal strain used in this study

The fungal strain used in this study was established from single ascospore discharged from ascocarp on the male strobilus of *C. japonica* collected at Nishi-Aizu, Fukushima, Japan in Sep 2008. Before isolation, ascocarp and ascospores were observed and confirmed its identity. The strain was maintained on potato dextrose agar plate at 20 °C until use. Also the strain was deposited as NITE P-757 and preserved in National Biological Resource Center (NBRC), National Institute of Technology and Evaluation (NITE) in Japan.

## 2.2 Growth test on agar media

Agar media used in this study are as follows: MA (Difco malt extract 20 g/l, agar 15 g/l, EBIOS yeast extract 0.5 g/l), MEA (Difco malt extract 20 g/l, Difco Bacto Peptone 1 g/l, Glucose 20 g/l, Agar 20 g/l), PDA (potato dextrose agar, Nissui), CMA (corn meal agar, Nissui), CYA (Sucrose 30 g/l,  $\text{NaNO}_3$  3 g/l,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  1.0 g/l,  $\text{MgSO}_4$  0.5 g/l, KCl 0.5 g/l,  $\text{FeSO}_4$  0.01 g/l, Yeast Extract 1 g/l and Agar 15 g/l), YM (Difco malt extract 3 mg/l, Difco yeast extract 3 mg/l, glucose 10 g/l, peptone 5 g/l, agar 15 g/l), V8 ( V8 Juice 50 ml/l, agar 15 g/l,  $\text{CaCO}_3$  0.2 g/l), G25N (25 % Glycerol Nitrate Agar:  $\text{NaNO}_3$  3 g/l,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  1 g/l, KCl 0.5 g/l,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5 g/l,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.01 g/l, Difco yeast extract 5 g/l, agar 15 g/l, pH 6.0. After agar was dissolved, 250 g glycerol to 750 g medium was added.). Mycelial plugs (5 mm diameter) were transplanted from the original isolate to each medium. The cultivation was performed in Petri dishes at 20 °C for a month for all culture media. Spore production and its morphological characteristics were examined for each medium during the incubation.

## 2.3 Growing test on liquid media

Three types of liquid media were selected in this study. They were expected to induce spore production based on the knowledge from the above growing test on agar media. They were PD (Difco potato dextrose broth 2 %), ME (Difco malt extract 2 %) and CZ (Difco Czapek-Dox broth 3.5 %, Difco yeast extract 0.15 %). Mycelial plugs (5 mm diameter) were transferred into the 100 ml of liquid media in 200 ml Erlenmeyer flasks, and were shaken at 120 rpm speed under the condition at 18 °C in the dark. After

2 weeks, morphological and cultural characteristics were examined. In addition, all of fungal cells were filtrated through the 0.22  $\mu\text{m}$  nitro-cellulose membrane (Millipore, co. ltd.) and well dried at 60 °C overnight. A drop of liquid media containing fungal cells was observed with stereomicroscope (DM2500, Leica microsystems co. ltd.). Dried fungal cells were weighed.

## 2.4 Optimization of culture condition

To optimize culture condition for mass production of spores of *S. japonica*, we examined two kind of liquid media with various C/N ratios. ME and CZ liquid media were used as basal media. Each medium were emended with different volume of Difco yeast extract (0.2, 0.75, 1.5, 3, and 5 %). Different concentration of basal media (1, 2, 3, 4, 5, and 10 % for ME, 1, 2, 3.5, 5, and 7 % for CZ) emended with 1.5 % Difco yeast extract were also tested. Mycelial plugs (5 mm diameter) were transferred into the 100 ml of the liquid media in the 200 ml Erlenmeyer flasks, and shaken at 120 rpm at 18 °C in the dark. After 10 days, morphological and cultural characteristics were examined. In addition, all of fungal cells were filtrated through the 0.22  $\mu\text{m}$  nitro-cellulose membrane (Millipore, co. ltd.) and well dried at 60 °C overnight. Dried fungal cells were weighed.

## 3. Results

### 3.1 Growth test on agar media

Colony appearance was different among the media used in this study (Fig.1). Although white to cream colored colony was usually developed, dark colored colony was developed only on the media containing malt extract. There

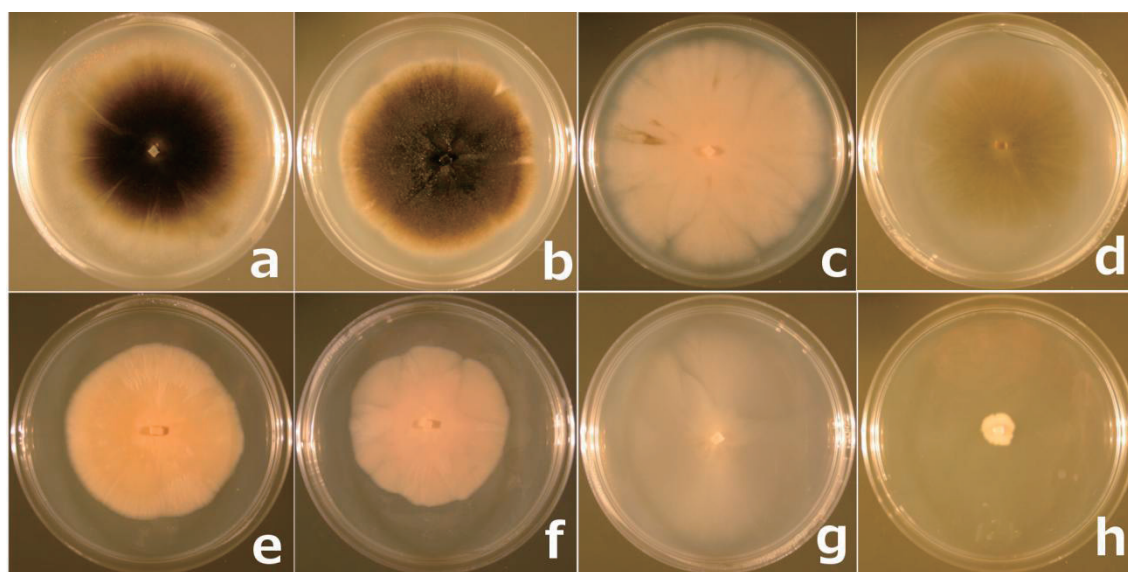


Fig. 1. Colony appearances of *Sydowia japonica* on each medium in a month.

a: MA, b: MEA, c: PDA, d: CMA, e: CYA, f: YM, g: V8, h: G25N.

are no aerial hyphae on each medium excepting MEA. Dense colony was developed on the CYA, YM and MEA media but not on the V8 and CMA. Growth rate was not different between the media excepting G25N. There was

the conidial production on PDA, CYA, MA, MEA and V8 media. Conidia were produced as budding spores directly from hyphae (Fig.2).

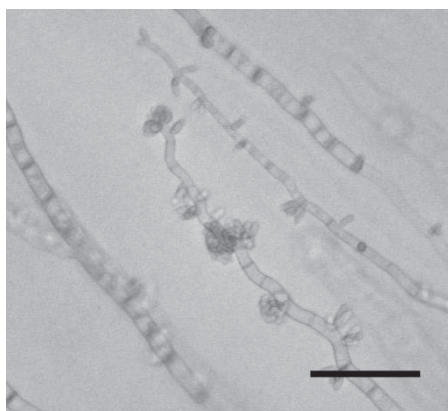


Fig. 2. Budding conidia and hyphae of *Sydowia japonica* embedding in the PDA. Scale bar = 20  $\mu$ m.

### 3.2 Growing test on liquid media

Mycelial mass were developed in the two media, PD and ME, without spore production. However, in the CZ medium, conidia could be abundantly produced (Fig. 3). Budding conidia and short mycelial fragments were included in the CZ medium (Fig. 4). Each Dry weight of fungal cells on each ME, PD and CZ was 1.1, 0.7, and 1.85 mg, respectively.

### 3.3 Optimization of culture condition

In the media based on ME containing 1.5 % yeast extract, maximum dry weight of fungal cells was yielded in 5 % and 10 % of malt extract (Fig. 5A). When 5 % of yeast extract was added to 2 % malt extract, dry weight of fungal

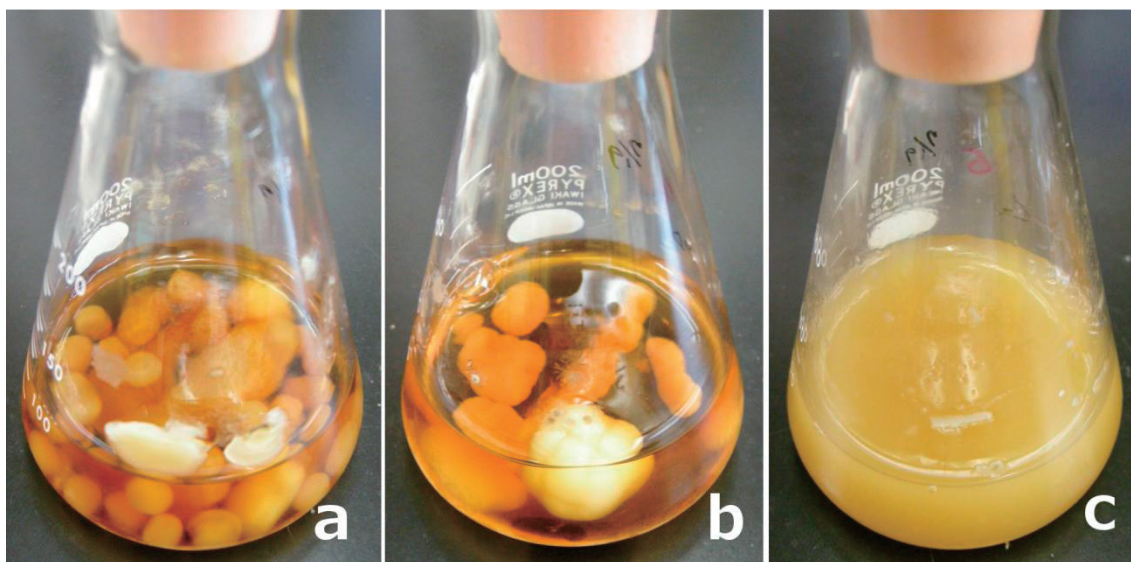


Fig. 3. Status of *Sydowia japonica* in each liquid medium. a: PD, b: ME, c: CZ, in 10 days incubation.

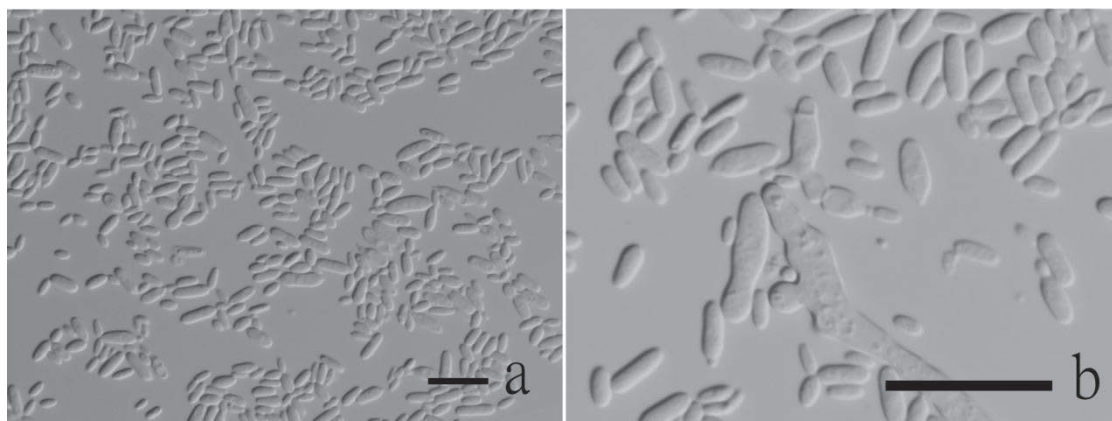


Fig. 4. Conidia and hyphae of *Sydowia japonica* in the CZ liquid media. a: conidia, b: budding fashion of conidia and hyphal fragment. Scale bar = 10  $\mu$ m.



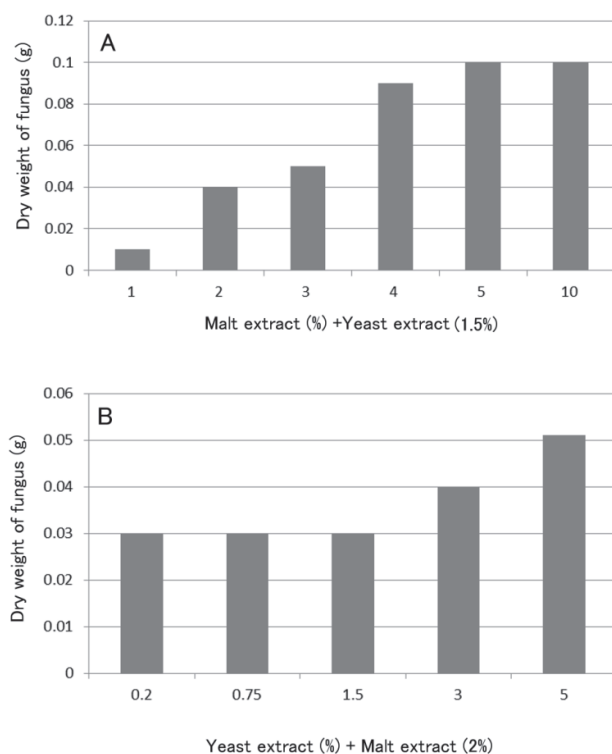


Fig. 5. Dry weights of *Sydowia japonica* grown in liquid medium based on malt extract.

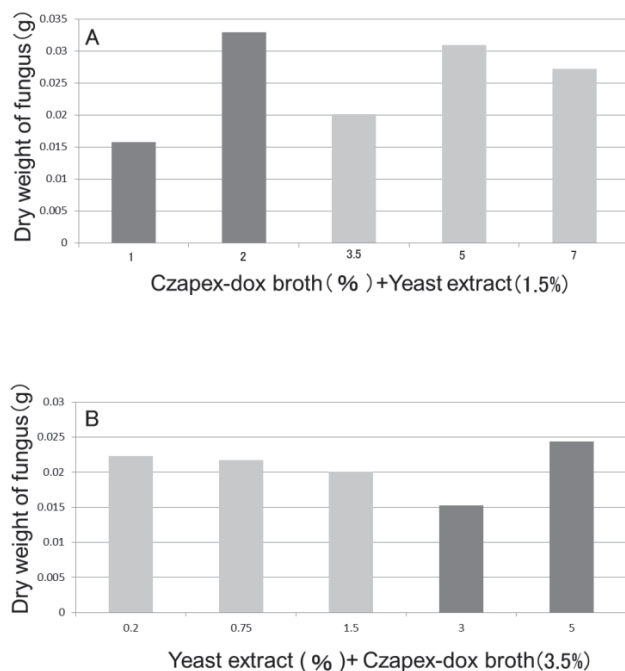


Fig. 6. Dry weights and status of *Sydowia japonica* grown in liquid medium based on Czapek-Dox broth. Dark grey bars: Mycelial status, light grey bars: Yeast status.

cells become maximum (Fig. 5B). All of the fungal state was mycelia in the ME-based media.

In the media based on CZ containing 1.5 % yeast extract, the maximum dry weight was yielded in 2 % Czapek-Dox broth; however, it was mycelial state (Fig. 6A). When over 3.5 % of Czapek-Dox broth was added, the fungus became produced budding conidia. 5 % of Czapek-Dox broth was required for maximum yield of dried cells in the conidial state (Fig. 6A).

Where concentration of Czapek-Dox broth was fixed as 35 g/l, maximum dry weight of the fungal cells was yielded in the medium containing 50 g/l of yeast extract. However, it was mycelial state (Fig. 6B). When under 15 g/l of yeast extract was added, the fungus became produced budding conidia (Fig. 6B). There are few differences on the dry weight between the medium containing 2 g/l, 7.5 g/l and 15 g/l of yeast extract (Fig. 6B). As results, maximum dry weight of fungal cells was expected in the liquid medium containing 50 g/l of Czapek-Dox broth and 15 g/l of yeast extract.

#### 4. Discussion

One of the objectives of this research was to evaluate a range of growth media for the production of spores of *Sydowia japonica*. As result, conidia could be produced in the several media. Conidia were produced as budding fashion and it was just like as *Hormonema*-like form. Although *S. japonica* is reported to have a *Hormonema*-like anamorph (Hirooka et al. 2012), we found that several media were not always useful for spore production. Difference of conidial production between media may be explained by carbon concentration and C:N ratio. Indeed, C:N ratio are known to affect spore yield and quality (Jackson & Bothast 1990, Schisler 1991). Carbon-to-nitrogen ratio of cornmeal agar which was not suitable for spore production of *S. japonica* is known to be 22:1, but those of PDA and V8 media on which conidia were produced in this study is 10:1 (Wyss et al. 2001). Thus increasing nitrate concentration is expected to increase spore production. On the basis on the result of growing test on agar media, we selected three liquid media, PD, ME and CZ for spore production and found that CZ was the most suitable medium for spore production.

To optimize culture condition for mass production of inoculum, we added different volume of carbon (Czapek-Dox broth) and nitrogen source (Difco yeast extract) to the CZ-based liquid medium. High volume of yeast extract resulted to promote mycelial state to the yeast states. This clearly suggests that *S. japonica* dimorphic changes depend on the nitrogen concentration. Such nutritional stimuli have

been extensively studied in many different fungal groups (Madhani & Fink 1998, Sanchez-Martinez & Perez-Martin 2001, Herrera & Sentandreu 2002), however, in some case, the morphogenesis such dimorphism seems to depend on more on the nitrogen source than on the N concentration (e. g. Sanna et al. 2012). Further growing tests using different nitrogen source will be also important for clarifying the mechanism of dimorphism on *S. japonica*.

The conidia in the liquid medium were produced by budding fashion and typical of *Hormonema*-type anamorph. This was also observed in the agar media, thus there seems to be no differences of conidial morph between media. However, we have to consider the quality of conidia for using as the biocontrol agent. Actually, there are reports that C:N ratio is affected not only spore yield but also germinability, pathogenicity, and virulence (Jackson & Bothast 1990, Schisler 1991). Germinability seemed not to be affected by C:N ratio of the medium, because all of conidia easily germinated and became mycelial state on PDA agar (authors, unpublished). There are known to be significant variation in protein and lipid content of spores (Jackson & Bothast 1990). Thus, we should test the pathogenicity of conidia produced in the liquid medium.

In this study, we succeeded to produce conidia in the liquid medium and established the procedure for mass spore production. The result of this study can greatly improve application of *S. japonica* as a male strobilus-specific biocontrol agent for *C. japonica*. Two ways of application can be considered on the mass conidial suspension. One is for spray application. As also Hirooka et al. (2013) suggested, conidial suspension form is most suitable for spray application, which is used for many biopesticide and bioherbicide. Other is for rapid preparation of inoculum. Only a few conidial suspensions can be used as seed for mass production of conidia in the liquid medium. In this study, mass production of conidia was achieved within only a week. Conidial suspension is not only easy for handling, preservation and useful for preparing of inoculum, but also can be applied for industrial mass production in liquid culture in large fermentation vessels which have electronic controls and monitoring. Consequently, this study highly contributes to the development of the application of *S. japonica* as a male strobilus-specific biocontrol agent.

#### Acknowledgement

This study was supported by the MAFF practical technology development project grant No. 22023 “Development on the scattering prevention of cedar and cypress pollen by using fungi”.

#### Reference

- Herrera, J. R. and Sentandreu R. (2002) Different effectors of dimorphism in *Yarrowia lipolytica*. *Archiv. Microbiol.*, 178, 477-483.
- Hirooka, Y., Masuya, H., Akiba, M. and Kubono, T. (2013) *Sydowia japonica*, a new name for *Leptosphaerulina japonica* based on morphological and molecular data. *Mycol. Prog.* 12: 173-183
- Hirooka, Y., Akiba, M., Ichihara, Y., Masuya, H., Takahata, Y., Suda, T., Yada, Y., Yamamoto, S., Kubono, T. (2013) A novel approach of preventing Japanese cedar pollen dispersal that is the cause of Japanese cedar pollinosis (JCP) using pollen-specific fungal infection. *PLoS ONE*, 8(5), e62875. (doi:10.1371/journal.pone.0062875)
- Jackson, M. A., and Bothast, R. J. (1990) Carbon concentration and carbon-to-nitrogen ratio influence submerged-culture conidiation by the potential bioherbicide *Colletotrichum truncatum* NRRL 13737. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56, 3435-3438.
- Kasai, M. (1917) Sclerotia disease on seedlings of Japanese cedar and black spot disease on Japanese cedar. *J. Plant Prot.*, 4, 23-28. (In Japanese. Japanese title were translated in English by authors)
- Kobayashi, T. (1970) Notes on new or little-known fungi inhabiting woody plants in Japan II. *Trans. Mycol. Soc. Jpn.*, 11, 57-63.
- Madhani, H. D. and Fink, G. R. (1998) The control of filamentous differentiation and virulence in fungi. *Trend. Cell Biol.*, 8, 348-353.
- Saito, M., Taira, H. and Furuta, Y. (1998) Cytological and genetical studies on male sterility in *Cryptomeria japonica* D. Don. *J. For. Res.*, 3, 167-173.
- Sanchez-Martinez, C. and Perez-Martin, J. (2001) Dimorphism in fungal pathogens: *Candida albicans* and *Ustilago maydis* – similar inputs, different outputs. *Cur. Opin. Microbiol.*, 4, 214-221.
- Sanna, M. L., Zara, S., Zara, G., Migheli, Q., Budroni, M. and Mannazzu, I. (2012) *Pichia fermentans* dimorphic changes depend on the nitrogen source. *Fungal Biol.*, 116, 769-777.
- Schisler, D. A., Jackson, M. A., and Bothast, R. J. (1991) Influence of nutrition during conidiation of *Colletotrichum truncatum* on conidial germination and efficacy in inciting disease in *Sesbania exaltata*. *Phytopathology*, 81, 587-590.
- Wyss, G. S., Charudattan, R. and DeValerio, J. T. (2001) Evaluation of agar and grain media for mass production of conidia of *Dactylaria higginsii*. *Plant Dis.*, 85, 1165-1170.

## スギ花粉飛散防止のための雄花特異的な生物防除資材候補、 *Sydowia japonica* における分生子の大量生産

升屋 勇人<sup>1)\*</sup>、廣岡 裕吏<sup>1)</sup>、秋庭 満輝<sup>1)</sup>、窪野 高德<sup>1)</sup>

### 要 旨

スギ花粉症抑制のためにスギ花粉量の抑制が求められている。*Sydowia japonica* はスギ雄花の特異的な生物防除資材として有望であり、スギ雄花のみに寄生性を示すことから、スギ花粉飛散抑制に有効である可能性がある。しかし本菌はこれまで人工培地上では野外散布に十分な量の接種源を生産していない。そこで本研究では人工培地上で分生子大量生産のための一連の実験を行った。使用したいずれの培地でも有性世代は形成しなかったが、いくつかの培地で分生子が形成された。ツァペック-ドクスと酵母エキスからなる液体培地が分生子形成に最も有効であった。さらに分生子の短期間かつ大量に生産するために培養条件を最適化した。本研究は *S. japonica* の雄花特異的な生物農薬としての適用技術の開発適用技術の開発に貢献する。

キーワード：*Sydowia japonica*、*Hormonema*、スギ、分生子生産、生物農薬

---

1) 森林総合研究所森林微生物研究領域

\* 森林総合研究所東北支所 〒 020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25



## 短 報 (Short communication)

### ヒラタケに寄生する新害虫キノコバエ類 (双翅目キノコバエ科)

末吉 昌宏<sup>1)\*</sup>、小坂 肇<sup>1)</sup>、村上 康明<sup>2)</sup>

### New pest fungus gnats (Diptera: Mycetophilidae) of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer

Masahiro SUEYOSHI<sup>1)\*</sup>, Hajime KOSAKA<sup>1)</sup> and Yasuaki MURAKAMI<sup>2)</sup>

#### Abstract

Three species of fungus gnats, *Brachypeza armata* Winnertz, 1863, *Mycetophila ishiharai* Sasakawa, 1991, and an unidentified species of *Rondaniella* Johannsen, 1909, were reared from oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer. Among them, *B. armata* is suggested as a pest of cultivated oyster mushroom to cause gill-knot disease of the mushroom as *Allodiopsis domestica* (Meigen, 1830) does. The three species reported here were smaller than *A. domestica* and were larger than 1 mm in body size. We suggest that covering the inoculated logs of the oyster mushroom by 1 mm mesh screen net, which has been used for control of *A. domestica*, is also effective to control these three species.

**Key words:** edible fungi, *Itonchium*, Japan, Nematoda, Pleurotaceae

#### 1. はじめに

ヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer は国内で2,000tあまりが生産される(林野庁, 2013)、食用きのこのひとつである。その生産量は1974年以降漸次増加し、1989年に年間生産量35,716tに及んだが、その後減少を続けている(松尾, 2010; 林野庁, 2013)。ヒラタケの生産は奈良県と沖縄県を除く全都道府県で広く行われており、主要な生産地である新潟県と茨城県の2県で全生産量の32%以上を占める(林野庁, 2013)。

栽培ヒラタケの病害としてひだこぶ線虫病(日本植物病理学会, 2000)(通称ヒラタケ白こぶ病)がよく知られている。被害は1980年代に島根県と福岡県で報告されて(有田ら, 1983; 金子, 1983)以後、現在では東北から九州までの各地で見られる(津田, 2012)。この病害は線虫の1種 *Itonchium unguatum* Aikawa, 2001によってヒラタケ子実体のひだに虫えい(こぶ)が形成される子実体の奇形である。この線虫の媒介者としてナミトモナガキノコバエ *Allodiopsis domestica* (Meigen, 1830)が知られている(Tsuda et al., 1996)。ナミトモナガキノコバエの幼虫はヒラタケ子実体の菌組織を食べて成熟する。この幼虫は、蛹化のために子実体から離れた後、同じく子実体から離脱した *I. unguatum* の感染態♀成虫の感染を受ける(津田, 2000)。その他、国内では、白こぶ病を発病したヒラタケから得られたキノコバエ類として、トモナガキノコバエ属(新称) *Allodiopsis* Tuomikoski, 1966の

未同定種とナカモンナミキノコバエ *Mycetophila ruficollis* Meigen, 1818 (= *M. lineola* (Meigen, 1818))が知られている(周藤・井ノ上, 1990; 富川ら, 2001)。また、ヒラタケに寄生するキノコバエ類として、海外でハリキノコバエ属 *Brachypeza* Winnertz, 1863の2種(*B. bisignata* Winnertz, 1863, *B. radiata* Jenkinson, 1908)とダエンナミキノコバエ *Mycetophila ocellus* (Walker, 1848)が知られている(Chandler, 1978)。

2010年に森林総合研究所九州支所(熊本市)構内で試験栽培された原木ヒラタケに白こぶ病が発生し、このヒラタケからキノコバエ類の1種の羽化を確認した(小坂ら, 2010)。2012年に行われた試験栽培でも同様の現象が確認された。これらのヒラタケから発生したキノコバエ類はハリキノコバエ属の種 *Brachypeza armata* Winnertz, 1863であった。また、2006年に大分県内で採取された野生ヒラタケからナミキノコバエ属の種 *Mycetophila ishiharai* Sasakawa, 1994とヒメキノコバエ属(新称) *Rondaniella* Johannsen, 1909の未同定種を得た。ヒラタケの新しい寄主昆虫としてこれらのキノコバエ類を報告し、既に記録のある寄主キノコバエ類との区別点の明確化、防除方法の検討を行う。なお、本報告で供試した標本は液浸標本または乾燥標本として九州支所に保管されている。各部形態の用語は主として三枝(2008)に、ヒメキノコバエ属の生殖端節各部の用語はYu et al. (2004)に倣った。

原稿受付: 平成25年7月30日 Received 30 July 2013 原稿受理: 平成25年9月9日 Accepted 9 September 2013

1) 森林総合研究所九州支所 Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 大分県農林水産研究指導センター林業研究部きのこグループ Mushroom Group, Forestry Division, Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

\* 森林総合研究所九州支所森林動物研究グループ 〒860-0862 熊本市黒髪4-11-16 Forest Zoology Group, Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 4-11-16 Kurokami, Kumamoto 860-0862, Japan; e-mail: msuey@ffpri.affrc.go.jp

## 2. キノコバエ類の形態的特徴

ナカグロハリキノコバエ (新称) *Brachypeza armata* Winnertz, 1863

分布: 日本 (新記録) [九州]; ヨーロッパ、ロシア (千島列島) (Zaitsev, 2003)

供試標本: 2 ♂ 10 ♀, 立田山 (熊本市中央区黒髪), 9.ii.2010 採取 (露地栽培ヒラタケ), 22.ii.2010 羽化 (乾燥標本). 12 ♂ 12 ♀, 16.xi.2012 採取 (露天栽培ヒラタケ), 3.xii.2012 羽化 (乾燥標本).

### 成虫の形態と他種からの区別点

成虫 (Fig. 1a) の体長 (頭頂から腹部末端まで) の平均は ♂ 4.7 mm ( $n=11$ ; 4.4–4.8 mm)、♀ 4.4 mm ( $n=21$ ; 3.3–5.2 mm) であり、前翅長 (前翅前縁基部から前翅先端まで) の平均は ♂ 3.4 mm ( $n=11$ ; 3.0–3.7 mm)、♀ 3.5 mm ( $n=20$ ; 2.9–4.1 mm) であった。頭頂部は暗褐色であり、顔は黄褐色であった。触角基部の3節 (柄節、梗節、第1鞭小節基半部) は黄褐色であり、第1鞭小節中央から先端までは暗褐色であった。胸部背面は広く暗褐色であり、肩瘤から胸背側縁にかけて淡褐色であった。胸部側面 (側板) と胸部後面 (後胸楯板) は広く暗褐色であった。中胸小楯板は後縁に4本の剛毛を具えていた。前翅 (Fig. 1b) は全体にやや煤がかかった透明であるが、前縁 (前縁室 c) 全体が若干暗色を帯びており、第1径室 ( $r_1$ ) 先端から第4+5径室 ( $r_{4+5}$ ) 前縁までの部位および第4+5径室 ( $r_{4+5}$ ) 基部に明瞭な暗色斑があった。脚は、全体に淡褐色で、各基節・腿節・脛節の先端は暗褐色であった。♂の前脚第2付小節は先端1/3の腹面に凹みがあり、他の剛毛よりも太短い小剛毛を具えていた (Fig. 1c)。腹部第1-5節は黄褐色地に、各腹節の基部4/5は暗褐色斑を具えていた。♂の交尾器 (Fig. 1d) の生殖端節 (gonostylus) の腹方突起 (Fig. 1e: vb) は後方に伸長した三角形であった。腹部第9節腹板はよく発達した1対の指状突起 (Fig. 1d: vp) を具えていた。

本種はヒラタケの害虫として既に知られるナミトモナガキノコバエから、主に以下の形態的特徴によって区別される: 触角鞭小節各節は幅より短い (Søli et al., 2000) (短さは基方の節で顕著である); 中胸上前腹板 (anepisternum) に細毛を具える (Søli et al., 2000); 前翅中央および先端前方に明瞭な暗色斑を持つ (Fig. 1b); 腹部背板の暗色部が背板側縁に広く達する (Fig. 1a); 脚部腿節・脛節先端に暗色部を持つ (明度差は後脚で顕著である) (Fig. 1a); ♂の前脚第2付小節に凹みがある; ♂交尾器 (腹部第9節以降の構造) は腹部第7, 8節を合わせた長さと同様であるか、より短い (Fig. 1a)。ロシア産の標本は前翅に明瞭な暗色斑が見られず、また、♂腹部第9節腹板の指状突起が今回得られた標本よりも短いようである (Zaitsev, 2003)。しかし、今回得られた標本の♂前脚第2付小節および♂交尾器生殖端節の形状が Zaitsev (2003) で示された記述と挿図にほぼ一致するため、ロシア産の標

本と同種と判断した。

イシハラナミキノコバエ *Mycetophila ishiharai* Sasakawa, 1994

分布: 日本 [本州、九州] (末吉・村上, 2012)

供試標本: 7 ♂ 9 ♀, 大分県豊後大野市三重町本城, 18.i.2006 採取 (野生ヒラタケ), 7.ii.2006 羽化 (液浸標本); 12 ♂ 11 ♀, 同上, 8.ii.2006 羽化 (液浸標本)。

### 成虫の形態と他種からの区別点

成虫の形態は末吉・村上 (2012) で報告したものと同一であった。

ヒメキノコバエ属の1種 *Rondaniella* sp.

分布: 日本 [九州]。

供試標本: 1 ♂ 1 ♀, 大分県豊後大野市三重町本城, 18.i.2006 採取 (野生ヒラタケ), 8.ii.2006 羽化 (液浸標本)。

### 成虫の形態と他種からの区別点

成虫 (Fig. 2a) の体長 (頭頂から腹部末端まで) は ♂ 2.8 mm、♀ 3.5 mm であり、前翅長 (前翅前縁基部から前翅先端まで) は ♂ 2.6 mm、♀ 3.2 mm であった。頭部は全体に黄色であり、単眼瘤は黒色であった。触角は黄色であり、鞭節の先端4, 5節は暗褐色を帯びていた。胸部は広く黄色であり、中胸楯板を縦走する4条の淡褐色斑は小楯板前方で明瞭になっていた; 前翅の付け根背面に明瞭な褐色斑を具えていた; 小楯板は全体に暗褐色であった。前翅 (Fig. 2b) は全体にやや煤がかかった透明であり、端覆弁上部 (第3翅腋骨内側) に黒斑、亜端部に暗色の横帯があった; 第2肘脈 (Cu2) の後縁に暗褐色斑を具えていた; 第1臀脈 (A1) は全体に暗褐色であった。脚は、全体に黄色で、各基節先端および転節下面に黒斑を具えていた; 後脚腿節先端は暗褐色であった。♂腹部は第1-5節までの背板は広く黄色で、第2-5節背板後縁に暗褐色斑を具えていた; ♀腹部は第1-3節までの背板は広く黄色で、第2, 3節背板の後縁が暗褐色であり、第4, 5節背板は広く暗褐色で、側縁が黄色であった。♂♀ともに腹部第6, 7節背板・腹板は全体に暗褐色であった。雄の交尾器 (Fig. 2c) の生殖端節 (gonostylus) の腹方突起 (ventral branch) (Fig. 2d) は明瞭に区別できる5つの分枝に分かれ、上方分枝 (upper branch) は多数の太短く、先端が鈍くなった剛毛を、外側分枝 (outer branch) は4つの剛毛をそれぞれ具えていた。

ヒメキノコバエ属は他のキノコバエ類から以下のような形態的特徴で区別される (Søli et al., 2000); 前翅膜上に不規則に並んだ細毛を具える; 中胸側背板 (laterotergite, mediotergite) に剛毛を具える; 亜前縁脈 (Sc) 先端は前縁脈 (C) に合流する; 第1径脈 (R1) は横脈 (r-m) の2倍以上の長さがある; 横脈 (r-m) は前翅の縦走軸に対して、斜めに位置している; 第1中脈 (M1) の基部は中脈 (M) か

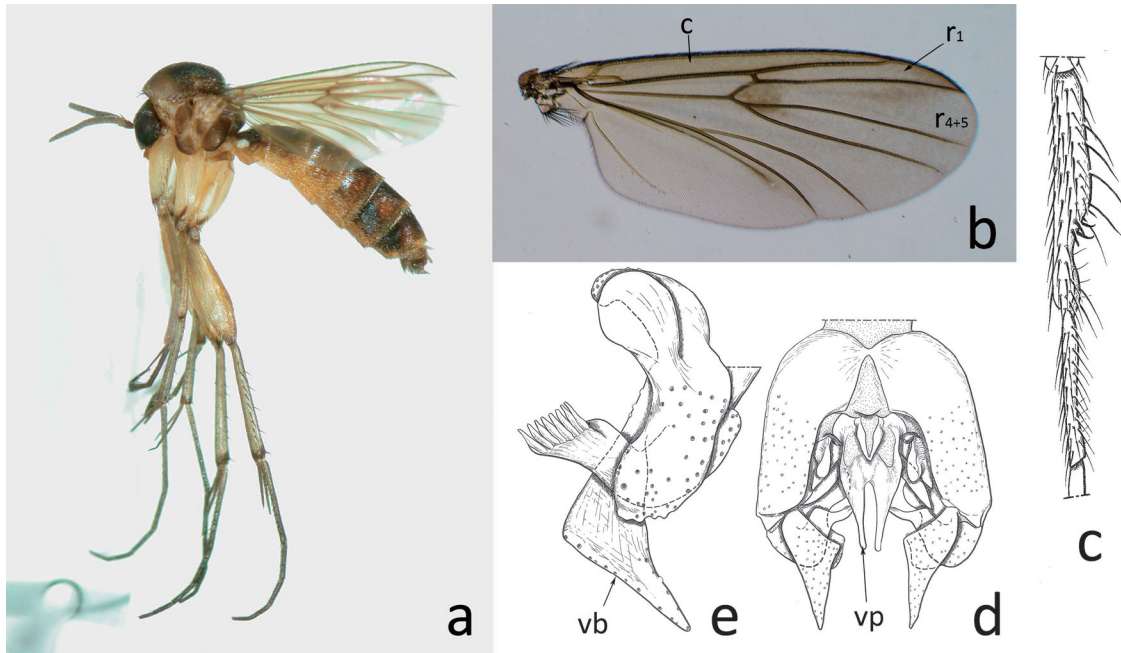


図 1. ナカグロハリキノコバエ *Brachypeza armata* の成虫外部形態。a, ♂成虫左側面。b, 右前翅背面 (c, 前縁室;  $r_1$ , 第 1 径室;  $r_{4+5}$ , 第 4+5 径室)。c, ♂右前脚第 2, 3 付小節。d, ♂交尾器腹面 (vp: 腹部第 9 節指状突起)。e, 右生殖端節背面図 (vb: 腹方突起)。生殖端節は左右同形であるが、角度によって見え方が異なることに注意。交尾器の線画では、各部の形状と輪郭を明瞭にするため、各部の剛毛の描画を省略した。

Fig. 1. Gross morphological features of *Brachypeza armata*. a, adult male in left lateral view; b, right wing in dorsal view (c, costal cell;  $r_1$ , 1st radial cell;  $r_{4+5}$ , 4th + 5th radial cell); c, male right 2nd and 3rd fore tarsomeres. d, male genitalia in ventral view (vp: ventral process of 9th abdominal sternum); e, right gonostylus in dorsal view (vb, ventral branch of gonostylus). The left and right gonostyli are same in shape but are shown as different in shape when they are viewed in different angle. All setae of the genitalia are omitted for illustrating the Fig. 1d, e.

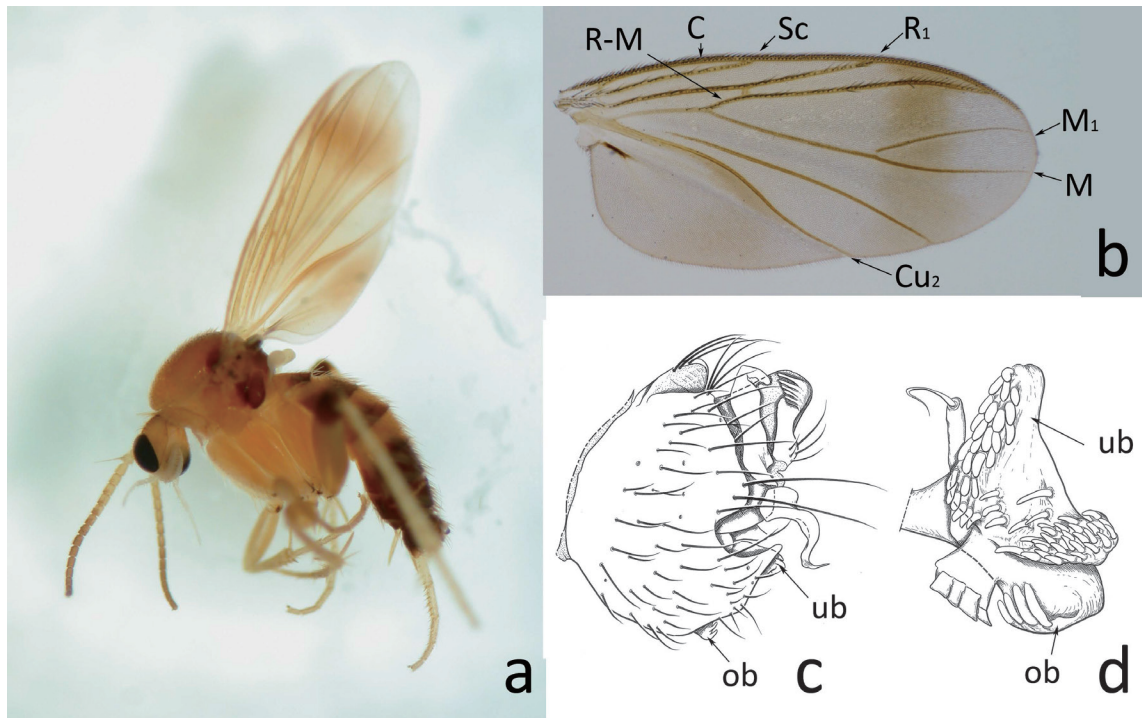


図 2. ヒメキノコバエ 属の 1 種 *Rondaniella* sp. の成虫外部形態。a, ♂成虫左側面; b, 右前翅背面 (C, 前縁脈;  $Cu_2$ , 第 2 肘脈; M, 中脈;  $M_1$ , 第 1 中脈;  $R_1$ , 第 1 径脈; r-m, 径中横脈; Sc, 垂前縁脈); c, ♂交尾器左側面 (ub: 上方分枝, ob: 外側分枝); d, 右腹方突起内面 (ub: 上方分枝, ob: 外側分枝)。

Fig. 2. Gross morphological features of *Rondaniella* sp. a, adult male in left lateral view; b, right wing in dorsal view (C, costal vein;  $Cu_2$ , 2nd cubital vein; M, medial vein;  $M_1$ , 1st medial vein;  $R_1$ , 1st radial vein; r-m, radial-medial crossvein; Sc, subcostal vein); c, male genitalia in left lateral view (ub, upper branch of gonostylus; ob, outer branch of gonostylus); d, ventral branch of right gonostylus in inner view.



ら離れている。ヒラタケから羽化したヒメキノコバエは同属で日本から知られているツマグロヒメキノコバエ *R. dimidiata* (Meigen, 1804) とオビヒメキノコバエ *R. japonica* (Matsumura, 1915) から以下のような形態的特徴で区別される: 中胸楯板は全体に黄褐色で、暗色斑を持たない; 前翅亜端部に幅広い暗色斑を持ち、翅端は透明に抜ける (Fig. 2b); 後脚腿節先端に暗色斑を持つ (Fig. 1a)。

### 3. 考察

熊本県熊本市立田山で採集されたヒラタケ子実体が白こぶ病に罹病した。この子実体内から線虫とキノコバエ類の幼虫が発見され、羽化したキノコバエ類の成虫の腹腔内への線虫の寄生が確認されている (小坂ら, 2010)。これらのキノコバエ類は今回の調査でナカグロハリキノコバエであることが分かった。ナカグロハリキノコバエはヒラタケ白こぶ病の媒介者であると考えられる。ヒラタケ白こぶ病を媒介するキノコバエ類として、これまで別属のナミトモナガキノコバエが知られていた。ヒラタケ白こぶ病の媒介者に関する報告で過去に掲載された、いくつかの写真 (たとえば, Tsuda et al., 1996, Fig. 2; 津田, 2002, 第3図; 津田, 2012, 図-5) で見られる形態的特徴は、ナミトモナガキノコバエのそれらよりもハリキノコバエ属の種のそれらをよく示している。これらの写真に写されたキノコバエ類とナカグロハリキノコバエの関係は明らかではない。ヒラタケ白こぶ病の媒介者として複数種のキノコバエ類が白こぶ病の伝播に関与していると言える。

ヒラタケに寄生するキノコバエ類としてイシハラナミキノコバエとヒメキノコバエ属の種を初めて記録した。これらが羽化したヒラタケに虫はいは見られなかった。日本産のヒメキノコバエ属の寄主きのこととして、ツマグロヒメキノコバエがムキタケに寄生することが知られている (岡田, 1937)。また、イシハラナミキノコバエはエノキタケに寄生することが知られている (村上, 2011; 末吉・村上, 2012)。

ナミトモナガキノコバエによるヒラタケ白こぶ病の防除には網目 1 mm の寒冷紗を用いたネット被覆が効果的である (金子, 1983; 富川ら, 2001; 田中ら, 2002; 津田, 2012)。ナミトモナガキノコバエの前翅長 (4.0–4.5 mm: Zaitsev, 2003) と比較すると、ナカグロハリキノコバエ (2.9–4.1 mm)、イシハラナミキノコバエ (3.3–4.2 mm: 末吉・村上, 2012)、ヒメキノコバエ属の 1 種 (2.6, 3.2 mm) それぞれの前翅長は短い。すなわち、体サイズが小さい。しかし、今回検した 3 種の体サイズは 1 mm よりも十分に大きいため、ナミトモナガキノコバエによる被害に対して使用されている、従来のものと同等の網目のネットを利用することで、これらのキノコバエ類を排除し、被害を防除することが可能であると考えられる。

### 謝辞

ナカグロハリキノコバエの同定に際し、有益な助言をいただいた J Kjaerandsen 博士 (スウェーデン、ルンド大学) に深謝する。

### 引用文献

- 有田郁夫・前川二郎・有田立身 (1983) 線虫によるヒラタケの「ひだこぶ (病)」について, 日本菌学会第 27 回大会講演要旨集, 43.
- Chandler, P. (1978) Associations with plants: Fungi, In Stubbs, A. and Chandler, P. A. (eds.) “*Dipterist's handbook*”, The Amateur entomologist, 15, 199–212.
- 金子周平 (1983) ヒラタケのいぼ病 (仮称) とその防除, 森林防疫, 32, 12–14.
- 小坂肇・宮崎和弘・高畑義啓・末吉昌宏 (2010) 立田山で発生したヒラタケ白こぶ病, 森林総合研究所九州支所年報, 22, 16.
- 松尾忠直 (2010) 日本におけるキノコ類産地の地域的变化, 地球環境研究, 12, 53–67.
- 村上康明 (2011) 菌床エノキタケを加害するキノコバエ, 九州地区林業関係試験研究機関連絡協議会きのこ害虫分科会編 “きのこの害虫防除マニュアル”, 森林総合研究所九州支所, 28–32.
- 日本植物病理学会 (2000) 日本植物病名目録, 日本植物防疫協会, 857pp.
- 岡田一次 (1937) ムキタケに寄生するキノコバエ科の 2 種 *Dynatosoma maculipes* (Matsumura) と *Rondaniella dimidiata* (Meigen) とに就いて, むし, 10, 1–6.
- 林野庁 (2013) “平成 23 年度特用林産基礎資料”, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001105433>, (参照 2013-07-08).
- 三枝豊平 (2008) ハエ目 (双翅目) Diptera 概説, 平嶋義宏・森本桂監修 “新訂原色昆虫大図鑑第 III 巻”, 北隆館, 255–283.
- Søli, G. E. E., Vockeroth, J. R. and Matile, L. (2000) Families of Sciaroidea, In Papp, L. and Darvas, B. (eds.) “*Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Appendix*”, Science Herald, 49–92.
- 末吉昌宏・村上康明 (2012) 菌床栽培エノキタケの害虫イシハラナミキノコバエ *Mycetophila ishiharai* Sasakawa (双翅目キノコバエ科), 森林総合研究所研究報告, 11, 65–69.
- 周藤靖雄・井之上二郎 (1990) 島根県におけるヒラタケ白こぶ病の被害と発病子実体に生息する線虫・昆虫・ダニ, 林学会関西支部大会講演要旨集, 12–14.
- 田中寛・津田格・山本耕三・磯和巖・柴尾学 (2002) 大阪府におけるヒラタケ白こぶ病の発生と防除, 関西病虫研究報告, 44, 47–48.
- 富川康之・河井美紀子・扇大輔 (2001) ヒラタケ白こぶ病の発病時期とネット被覆による防除試験, 島根県

- 林業試験場技術研究報告, 52, 21–29.
- 津田格 (2000) キノコに棲息する線虫, 二井禎・肘井直樹編 “森林微生物生態学”, 朝倉書店, 91–101.
- 津田格 (2002) ナミトモナガキノコバエによるヒラタケ白こぶ病の媒介, 今月の農業 2002(11), 62–65.
- 津田格 (2012) きのことキノコバエと線虫の三者関係, 日本森林学会誌, 94, 307–315.
- Tsuda, K., Kosaka, H. and Futai, K. (1996) The tripartite relationship in gill-knot disease of the oyster mushroom, *Pleurotus osteratus* (Jacq.: Fr.) Kummer, Canadian Journal of Zoology, 74, 1402–1408.
- Yu, X.-x., Wu, H., Chen, X.-x., Shi, M. and Wu Q. (2004) Two new species of the genus *Rondaniella* Johannsen (Diptera: Mycetophilidae) from China, Entomotaxonomica, 26, 288–291.
- Zaitsev A. I. (2003) Fungus gnats (Diptera, Sciaroidea) of the fauna of Russia and adjacent regions (Part II), International Journal of dipterological Research, 14, 77–386.





## ノート (Note)

## Comparison of forest carbon stocks between canopy conditions in two typical dipterocarp forest types in Peninsular Malaysia

Tamotsu SATO<sup>1)\*</sup>, Kaoru NIIYAMA<sup>2)</sup>, Tsutomu YAGIHASHI<sup>3)</sup>, Mahoko NOGUCHI<sup>3)</sup>, ABD RAHMAN bin Kassim<sup>4)</sup> and AZIZI Ripin<sup>5)</sup>半島マレーシアの典型的な2つのフタバガキ林における  
林冠状態の違いによる炭素蓄積量の比較佐藤 保<sup>1)\*</sup>、新山 馨<sup>2)</sup>、八木橋 勉<sup>3)</sup>、野口 麻穂子<sup>3)</sup>、  
アブドゥール・ラーマン・ビン・カシム<sup>4)</sup>、アジジ・リピン<sup>5)</sup>

Key words: aboveground biomass, canopy gaps, tropical rain forests, REDD

REDD+ (“Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation and the Role of Conservation, Sustainable Management of Forests and Enhancement of Forest Carbon Stocks in Developing Countries”) is a key strategy in mitigating climate change. Because the implementation of REDD+ depends on the measurement of forest carbon stocks, long-term monitoring of forest dynamics can facilitate the accurate estimation of changes in stocks. To investigate temporal and spatial changes in carbon stocks, we estimated aboveground biomass using tree census data collected at long-term ecological research sites in Peninsular Malaysia. Here, we report changes in aboveground biomass under different canopy conditions in two typical dipterocarp forests.

Since 1992, we have been studying forest dynamics in two 6-ha plots in Peninsular Malaysia (Fig. S1). The Semangkok plot (3°40'N, 101°40'E) is a hill dipterocarp forest dominated by *Shorea curtisii* (Niiyama et al. 1999). The Pasoh plot (2°58'N, 102°18'E) is a lowland dipterocarp forest (Hoshizaki et al. 2004). In 2011, we censused canopy gaps in both plots. Each plot was gridded into 2400 5-m × 5-m quadrats. A canopy gap was defined as a quadrat having a maximum canopy height of <10 m (Fig. S2a). To compare biomass between closed canopy and gaps, we estimated aboveground biomass in 150 20-m × 20-m subplots in each plot, each comprising 16 quadrats. The canopy condition of each subplot was designated according to the number of gap quadrats (Fig. S2b) as Gap class (≥9 gap quadrats), Closed\_low class (5–8), or Closed\_high class (≤4). All trees with a diameter at breast height (DBH) of >5 cm were censused in 2000 and 2010 at Pasoh and in 2001 and 2011 at Semangkok. The aboveground biomass was calculated from the tree census data with allometric equations developed by Kato et al. (1978).

Nearly 15% of quadrats were in the Gap class in both plots (Fig. S3). Neither plot had been disturbed in the 10 years (e.g. fire and wind storm), and the overall tree mortality rate was around 2% year<sup>-1</sup>. Aboveground biomass decreased as the number of gap

Table 1. Mean annual increment of aboveground biomass (Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) between three canopy condition categories. These values were calculated using the 10-years period data from 2001 to 2011 at Semangkok and from 2000 to 2010 at Pasoh. Values within parentheses indicate the standard error of each class.

Canopy condition categories	Number of gap quadrat	Semangkok		Pasoh	
Closed_high class	0 - 4	2.47	(1.00)	0.72	(1.73)
Closed_low class	5 - 8	-8.15	(4.71)	4.08	(0.89)
Gap class	9 - 16	-15.79	(14.89)	-3.10	(5.63)

quadrats increased (Fig. 1). Differences among the categories were smaller in Pasoh than in Semangkok (Fig. 1). In Semangkok, the density of trees of ≥90 cm DBH was relatively high in the Closed\_high class (Fig. 2a), and the change in the density of these trees was responsible for the change in aboveground biomass, especially in the Gap class (Fig. 2c, Table 1). Aboveground biomass in the Closed\_high class was smaller in Pasoh than in Semangkok (Fig. 1), owing to a lower density of large-diameter trees (i.e. DBH > 90 cm) (Figs. 2a and 2d). Moreover, increases in density of trees of 50–90 cm DBH in the Closed\_low class increased biomass, while mortality in the Gap class decreased biomass (Figs. 2e and 2f, Table 1).

Thus, differences in stand size-structure, especially with large-diameter tree density, cause fluctuations in forest carbon stocks. Our results suggest that monitoring of stand structure and the distribution of canopy gaps are important to understanding forest carbon dynamics and could provide basic information for forest carbon monitoring system under REDD+.

This study was supported by the Global Environment Research Account for National Institutes, Ministry of the Environment, Japan.

原稿受付：平成 25 年 9 月 18 日 Received 18 September 2013 原稿受理：平成 25 年 10 月 21 日 Accepted 21 October 2013

1) Department of Forest Vegetation, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI) 森林総合研究所森林植生研究領域

2) Bureau of International Partnership, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI) 森林総合研究所国際連携推進拠点

3) Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI) 森林総合研究所東北支所

4) Forestry and Environment Division, Forest Research Institute Malaysia (FRIM) マレーシア森林研究所

5) Green Forest Resources グリーン・フォレスト・リソースズ

\* Department of Forest Vegetation, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan; e-mail: satoo@affrc.go.jp 森林総合研究所森林植生研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

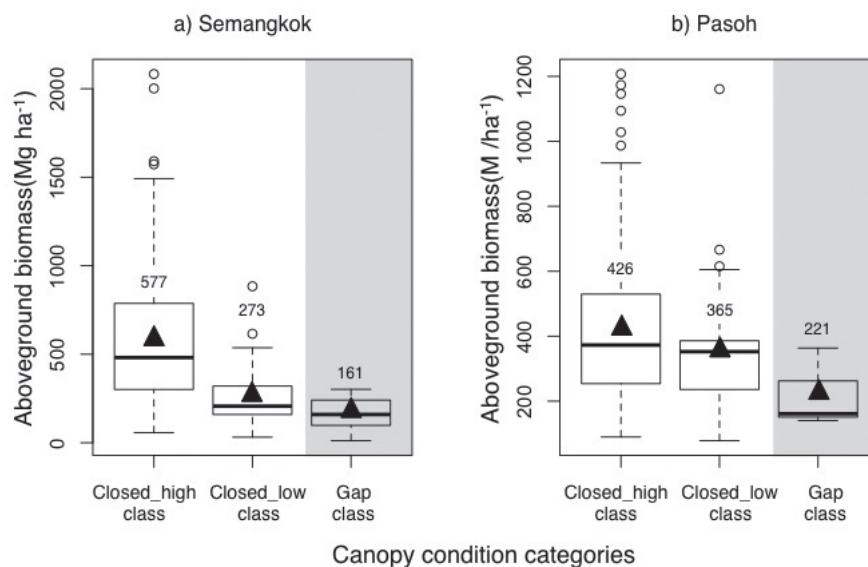


Fig. 1. Changes in aboveground biomass between three canopy condition categories. Aboveground biomass were calculated using tree census data in 2011 at Semangkok and 2010 at Pasoh. The center bar in the box denotes the median of aboveground biomass; upper and lower bars represent the 75th and 25th percentile, respectively; vertical dash lines connect the 90th and 10th percentile values; the closed triangle shows the average.

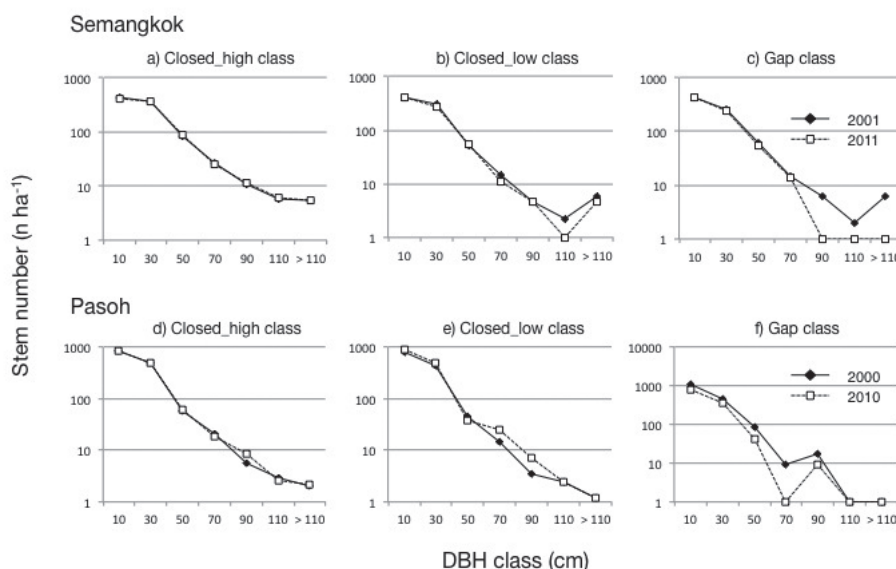


Fig. 2. Comparison of stem density in each DBH class among canopy conditions.

## References

- Kato, R., Tadaki, Y. and Ogawa, H. (1978) Plant biomass and growth increment studies in Pasoh Forest. *Malayan Nature Journal*, 30, 211-224.
- Hoshizaki, K., Niiyama, K., Kimura, K., Yamashita, T., Bekku, Y., Okuda, T., Quah, E. S. and Noor, N. S. M. (2004) Temporal and spatial variation of forest biomass in relation to stand dynamics in a mature, lowland tropical rainforest, Malaysia. *Ecological Research*, 19, 357-363.
- Niiyama, K., Abd. Rahman, K., Iida, S., Kimura, K., Azizi, R. and Appanah, S. (1999) Spatial patterns of common tree species relating to topography, canopy gaps and understory vegetation in a hill dipterocarp forest at Semangkok Forest Reserve, Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 11, 731-745.

## Supplemental materials

Additional supplemental materials are provided in the online version.

**Fig. S1.** Locations of the plots.

**Fig. S2.** Definitions of canopy gap on the basis of vertical profile and spatial profile.

**Fig. S3.** Spatial distribution of canopy gaps in the plots.

URL : <http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/429/documents/429-x.pdf>



Fig. S1. Locations of the plots.

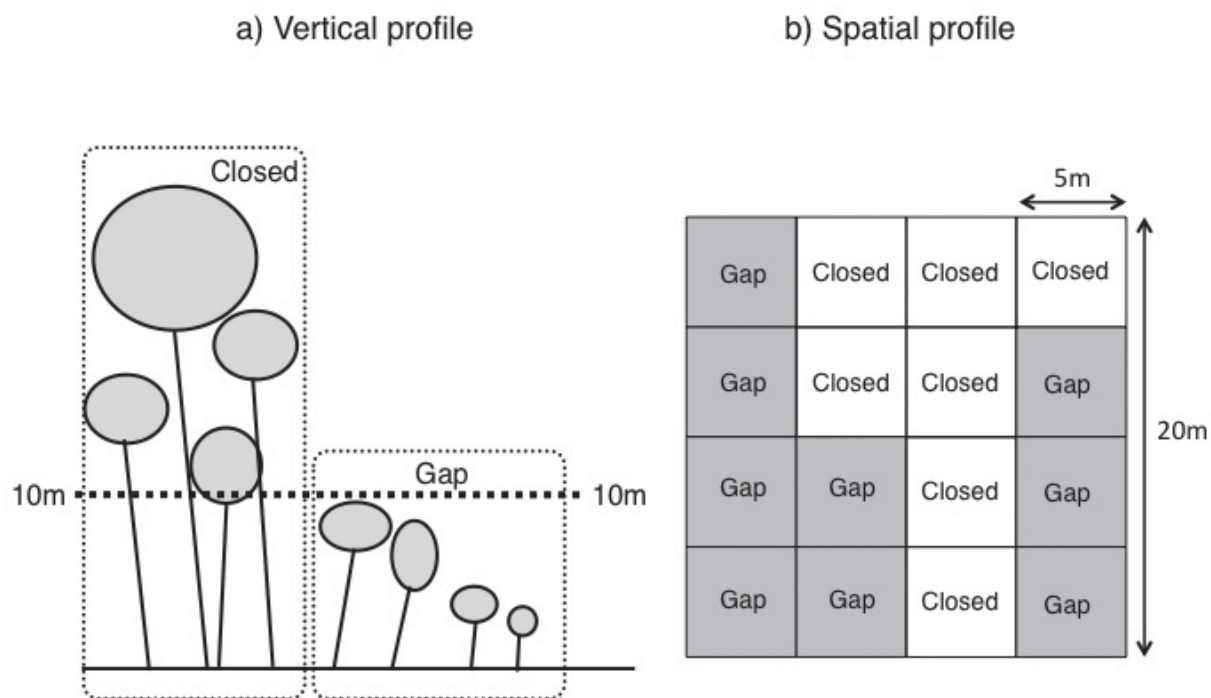


Fig. S2. Definitions of canopy gap on the basis of vertical profile (a) and spatial profile (b).  
In this example, this subplot is judged as Gap as it has 9 “gap” quadrats

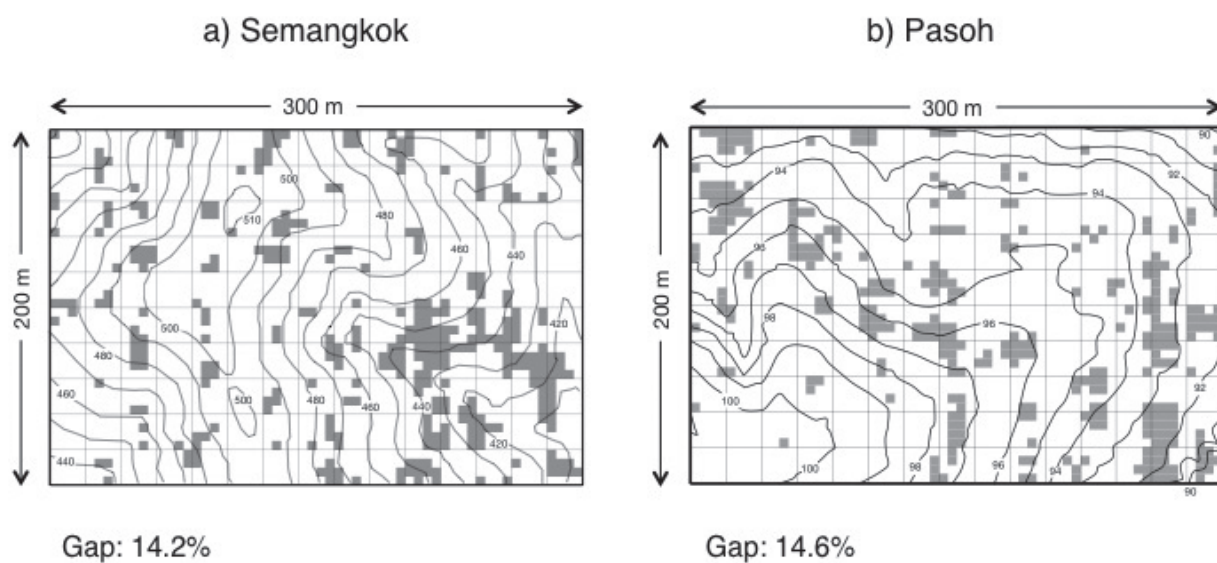


Fig. S3. Spatial distribution of canopy gaps in the plots. Grey parts show quadrats judged as “gap”. Contour interval is 10 m in Semangkok and 1 m in Pasoh.

## 研究資料 (Research record)

### 街路樹として植栽されたナナカマド果実生産量の年変動 —北海道内 6 都市における 2001 ～ 2009 年の記録—

松岡 茂<sup>1)\*</sup>

### Variations in fruit production of Japanese rowans *Sorbus commixta* planted as street trees - Data recorded between 2001 and 2009 in the six cities of Hokkaido -

Shigeru MATSUOKA<sup>1)\*</sup>

#### Abstract

Variations in fruit production of Japanese rowans *Sorbus commixta* were recorded for nine years in the six cities (Wakkanai, Obihiro, Kushiro, Asahikawa, Sapporo, and Hakodate) of Hokkaido, northern Japan. There were differences in fruit production between individuals and between cities. Fruit production all over the study area also differed between years.

**Key words :** Japanese rowan, street tree, fruit-bearing tree, fruit production, masting

#### 要旨

北海道内 6 都市 ( 稚内、帯広、釧路、旭川、札幌、函館 ) で、2001 ～ 2009 年にナナカマドの果実生産量の調査を行った。ナナカマドの結実には、個体変異、都市間変異がみられ、また調査地域全体では年間変異が認められた。

キーワード：ナナカマド、街路樹、結実木、果実生産量、豊凶

#### 1. はじめに

街路樹は、景観の向上、物理環境の改善、自然環境保全、防災効果など多様な機能を有している ( 井野口 2006, 江戸川区 2009)。街路樹として多様な樹種が植栽されているが、地域により植栽木の種類構成は大きく異なる。樹高 3m 以上の高木について集計を行った結果では、全国規模ではイチョウ、サクラ類、ケヤキが多いが ( 本数構成率でそれぞれ、8.6、7.4、7.2%)、北海道ではナナカマド *Sorbus commixta* ( 全国本数構成率は 2.9% で順位は 8、道内本数構成率は 15.3% で順位は 1) の植栽が多い ( 本数構成率は、松江・武田 2009 より計算)。また、北海道では、市町村の木としてナナカマドが選定されている例も多く ( 村野 2007)、道民に親しまれている。いっぽうで、ナナカマドの果実は、ヒヨドリ、ムクドリ、ツグミ、レンジャク類などの鳥類によって採食され ( 早矢仕 1991, 叶内 2006)、果実食の鳥にとっては秋から冬にかけての重要な食物資源の一つになっている。果実生産量の多寡は、これに依存する鳥類の生存、行動、生態に大きく影響すると考えられる。

著者は、日本の北方域での、果実食鳥類 ( とくに、ヒヨドリ ) の個体数の季節変動と樹木果実の生産量との関

係を明らかにする目的で調査を行ってきたが、ここでは、街路樹として植栽されたナナカマドの果実生産量について 9 年間にわたる継続観察を行った結果を報告する。

#### 2. 調査地および方法

北海道の北部 ( 稚内)、東部 ( 帯広、釧路)、中央部 ( 旭川、札幌)、南部 ( 函館 ) から 6 都市を選び、これらの市街地で、2001 年から 2009 年の 10 月中に調査を行った。調査時期は、ナナカマドがすでに色づいており鳥の餌としての結実程度を評価可能な時期であること、また鳥の採食による果実の消費が少ない点を考慮して 10 月に設定した。札幌を除いて、各都市の北海道旅客鉄道株式会社の駅からほぼ 2 km 以内の道路脇に植栽されているナナカマドを調査対象とした。ただ、旭川、帯広ではサンプル数の関係で公園に植栽されたナナカマドについても調査した ( 公園でのサンプル数は、旭川では調査木全体の約 23%、帯広では同 31% であった)。札幌については、森林総合研究所北海道支所付近の街路樹を対象とした。各年の調査木数は、稚内 23 - 37 ( 延べ調査本数は 45)、帯広 42 - 44 ( 同 44)、釧路 44 - 51 ( 同 59)、旭川 41 - 53 ( 同 61)、札幌 48 - 57 ( 同 74)、函館 56 - 60 ( 同 69) であった。

原稿受付：平成 25 年 8 月 9 日 Received 9 August 2013 原稿受理：平成 25 年 10 月 25 日 Accepted 25 October 2013

1) 元森林総合研究所北海道支所 Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

\* 森林総合研究所企画部 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1 Research Planning and Coordination Department, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: shmatsu@affrc. go.jp



調査木の位置を地図にプロットし、同じ個体を連続して観察したが、枯損や伐採により継続観察が不可の個体もあった。各都市における調査木数の変異は、枯損や伐採による減少と、新たな調査木の追加に因っている。

果実生産量の評価方法は、松岡 (2012) に従い、結実程度を個体ごとに算定し、果実生産量の推定を行った。結実程度は、目視により各個体の枝全体に占める実の付き具合を判断し、全く実が付いていない状態 (0) から、30% 以下の少量結実 (1)、30 - 70% 程度の中量結実 (2)、それ以上の多量結実 (3) までの4段階に区分した。また、年度間での結実程度の評価をそろえる目的で、各都市で10本程度の個体を選び、毎年デジタルカメラで撮影し、調査時に前年度までの画像と比較した。

この報告では、個体の結実程度の出現割合から各都市の豊凶程度を求めることはしないが、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越える年を結実がおおむね良好な年と考え、またそれが10%未満の年を不良の年と考え、それらの年の抽出を試みた。

### 3. 結果と考察

Tables 1-6 に、6都市における各年、各個体の結実程度、結実木割合 (結実個体数/調査本数) を示した。同一個体では、年間の結実程度の変異があり、また同一年度で個体間の変異も認められた。結実木割合は、年度間、地域間で変異が認められた。個体の結実程度の出現割合を、各都市、各年毎に Figs. 1A - 1C に示した。同じ都市では年度の間で結実程度の出現割合の変異がみられ、また同じ年度内では都市間に出現割合の変異が認められた。

#### 3.1. 各都市の結実状況

稚内では、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越える年は、2003、2004年の2年間だけであり、2008年がこれに次ぐ。また、この3年間の結実木割合は、96.2%以上であった。逆に、結実程度2, 3の個体割合の合計が10%未満の年は、4回 (2001、2002、2005、2007年) であった。これらの年の結実木割合は、52.9 - 66.7%であった。調査期間中の全年平均で結実程度が2, 3の個体割合の合計は25.4%、結実程度1の割合は52.3%であった (Fig. 2)。

帯広では、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越えたのは、2001、2002年を除く7年間であった。結実程度2, 3の個体割合の合計が10%未満の年は、2001年のみであった。結実木割合は、2001年が31.8%だったのを除き、他は86.4%以上であった。調査期間中の全年平均で結実程度が2, 3の個体割合の合計は59.0%、結実程度1の割合は25.8%であり (Fig. 2)、調査した都市の中では唯一結実程度2と3の個体割合が、それぞれ1と0の個体割合より高い都市であった。

釧路では、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越えた年はなく、逆にその合計が10%未満の年は、6

回 (2001、2002、2004、2006、2007、2009年) であった。いっぽうで、結実程度1の割合が高いのが顕著であった。結実木割合は、2001年が18.2%であったのを除き、63.3%以上であった。調査期間中の全年平均で結実程度が2, 3の個体割合の合計は9.5%、結実程度1の割合は69.5%であり (Fig. 2)、調査した都市の中では結実程度が2, 3の個体割合がもっとも低い都市であった。結実しても、結実量が少ないのが特徴である。釧路と帯広は、調査した都市の中でもっとも近接するが、ナナカマドの結実状況はまったく異なった。

旭川では、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越えた年は2004、2008年だけであった。この2年の結実木割合は、98.1%以上であった。逆に、結実程度2, 3の個体割合の合計が10%未満の年は、3回 (2001、2007、2009年) であった。この3年間の結実木割合は、60.4%以下で、とくに2009年は5.7%と低い値であった。調査期間中の全年平均で結実程度が2, 3の個体割合の合計は31.3%、結実程度1の割合は40.5%であった (Fig. 2)。また、結実程度0の個体割合は28.0%で、6地域の中では最も高かった。

札幌では、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越えたのは6年間 (2002-2005、2007、2008年) であった。これらの年の結実木割合は、93.8%以上であった。逆に、結実程度2, 3の個体割合の合計が10%未満の年は、2009年の1回であった。ただ、結実木割合は、80.0%と比較的高かった。調査期間中の全年平均で結実程度が2, 3の個体割合の合計は49.5%、結実程度1の割合は44.0%であった。結実しない個体の割合 (6.6%) は下記の函館に次いで低かった (Fig. 2)。

函館では、結実程度が2, 3の個体割合の合計が50%を越えたのは4年間 (2005-2008) であった。これらの年の結実木割合は、100%であり、また調査期間中も最低でも93.3%の結実木割合を記録した。逆に、結実程度2, 3の個体割合の合計が10%未満の年は、一度もなかった。調査期間中の全年平均で結実程度が2, 3の個体割合の合計は46.5%、結実程度1の割合は50.8%であった (Fig. 2)。結実しない個体の割合は2.5%で6都市の中でもっとも低かった。

#### 3.2. 年間の変異

Figs. 1A - 1C から年間の変異をみると、2001年は、各都市とも結実程度3の個体は見られず、また結実程度2の個体割合も札幌と函館が約20%であったのを除き5%以下と低い値であった。6都市平均では、結実程度2の個体割合は7.9%であり、6都市の結実木割合は54.9%であった。また、2009年も、帯広を除いては結実程度2, 3の個体割合は低く (6都市平均では、21.4%)、2001年に次ぐ結実不良の年と考えられた。6都市の結実木割合は、70.7%であった。2001、2009年は、札幌市羊ヶ丘でもナナカマドの結実程度は不良であった (松岡 2012)。いっぽう、各年の6都市平均でみると、結実程度2, 3の



個体割合が、50%以上の値を示したのは、2003、2004、2008年であった。また、この3年間の6都市における結実木割合は、92.1%以上であった。羊ヶ丘での結果もこれらの年に、結実程度2、3の個体割合が高く、いっぽうで結実程度0の個体はみられなかった(松岡2012)。

都市間でのナナカマドの結実程度には変異が認められたものの、6都市全体の結実程度の個体割合をみると、結実が良好な年から不良の年までの変異が認められた。早矢仕(1991)は、ある年の札幌市内の街路樹として植栽されたナナカマドの果実生産量とムクドリのエネルギー消費量から、ナナカマドの果実のみで約1万羽以上のムクドリを90日間にわたり養えたと計算している。鳥は他樹種の果実も採食するため、これらも含めた全体の結実量の豊凶を考慮する必要があるが、ナナカマドの結実量の変動は、冬季間における鳥の餌量の変動という形で、果実食鳥類の生活に大きな影響を与える可能性を示唆している。また、山口(2005)は、本州での調査から木の実の豊凶とコマツナに対するヒヨドリの加害が関係すると述べ、木の実のモニタリングが北方域からのヒヨドリの渡来数や被害程度の予測につながるとしている。ヒヨドリの渡りのソースである北方域での結実状況のモニタリングは、被害予測につながるはずである。いっぽうさらに進んで、気象データなどすでにモニタリング体制が整っている情報を用いて結実状況の予測が可能になれば、ヒヨドリの渡来や被害予測がより容易になると考えられる。今後、結実状況の予測に関する研究の進展が期待される。

## 謝辞

ナナカマドの植栽状況については、各都市の街路樹担当の係から情報を得た。また、樹木の結実に関する情報を提供いただいた森林総合研究所群落動態研究室(現農林水産技術会議)阿部真氏に感謝する。

## 引用文献

- 江戸川区(2009) 新しい街路樹デザイン. 江戸川区土木部 保全課街路樹係, 83p.
- 早矢仕有子(1991) 街路樹ナナカマドと都市鳥類. 北海道の自然と生物, 4, 92-98.
- 井野口雄三(2006) 都市景観形成における街路樹の役割とこれからのまちづくり. 地域政策研究(高崎経済大学地域政策学会), 8, 3-8.
- 叶内拓哉(2006) 野鳥と木の実ハンドブック. 文一総合出版, 80p.
- 松江正彦・武田ゆうこ(2009) わが国の街路樹 VI. 国土技術政策総合研究所資料, No. 506, 1-244.
- 松岡 茂(2012) 鳥類が採食する樹木果実生産量の年変動 -札幌市羊ヶ丘における2000～2009年の記録-. 森林総合研究所研究報告, 11, 181-196.
- 村野紀雄(2007) 都市と生態系(動植物). 浅川昭一郎編 “北のランドスケープ - 保全と創造”. 環境コミュニケーションズ, 24-38.
- 山口恭弘(2005) 渡りと木の実の豊凶から考えるヒヨドリの鳥害対策. 農林水産技術研究ジャーナル, 28, 35-39.

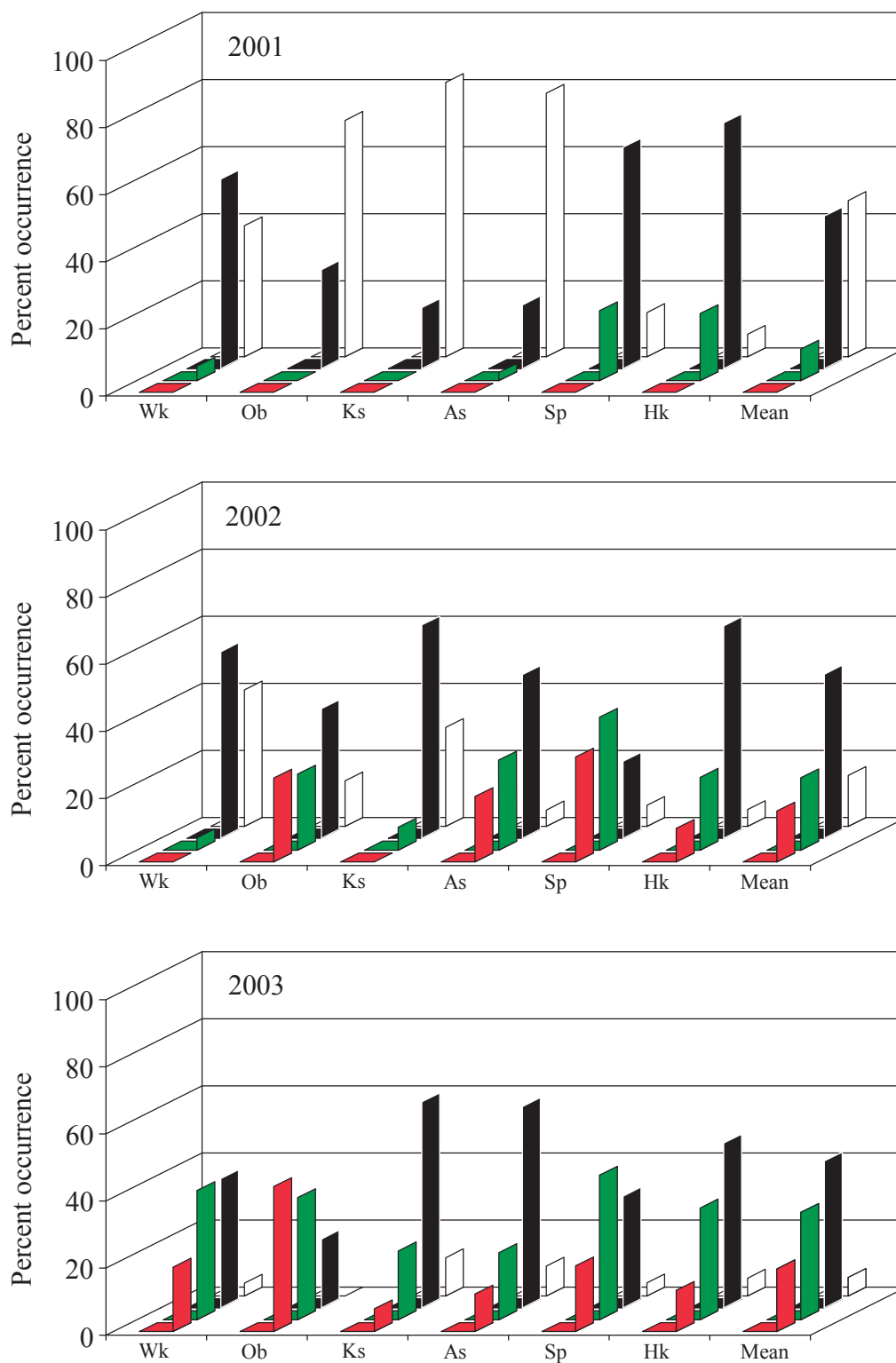


図 1A. 各都市におけるナナカマド結実程度の分布 (2001-2003).

都市は、Wk：稚内、Ob：帯広、Ks：釧路、As：旭川、Sp：札幌、Hk：函館。  
結実程度は、白：結実なし、黒：少量結実、緑：中量結実、赤：多量結実。

Fig. 1A. The level of fruit production in 6 cities of Hokkaido from 2001 to 2003.

Wk: Wakkanai, Ob: Obihiro, Ks: Kushiro, Sp: Sapporo, As: Asahikawa. White: no fruits produced; black: low fruit production; green: moderate fruit production; red: high fruit production.

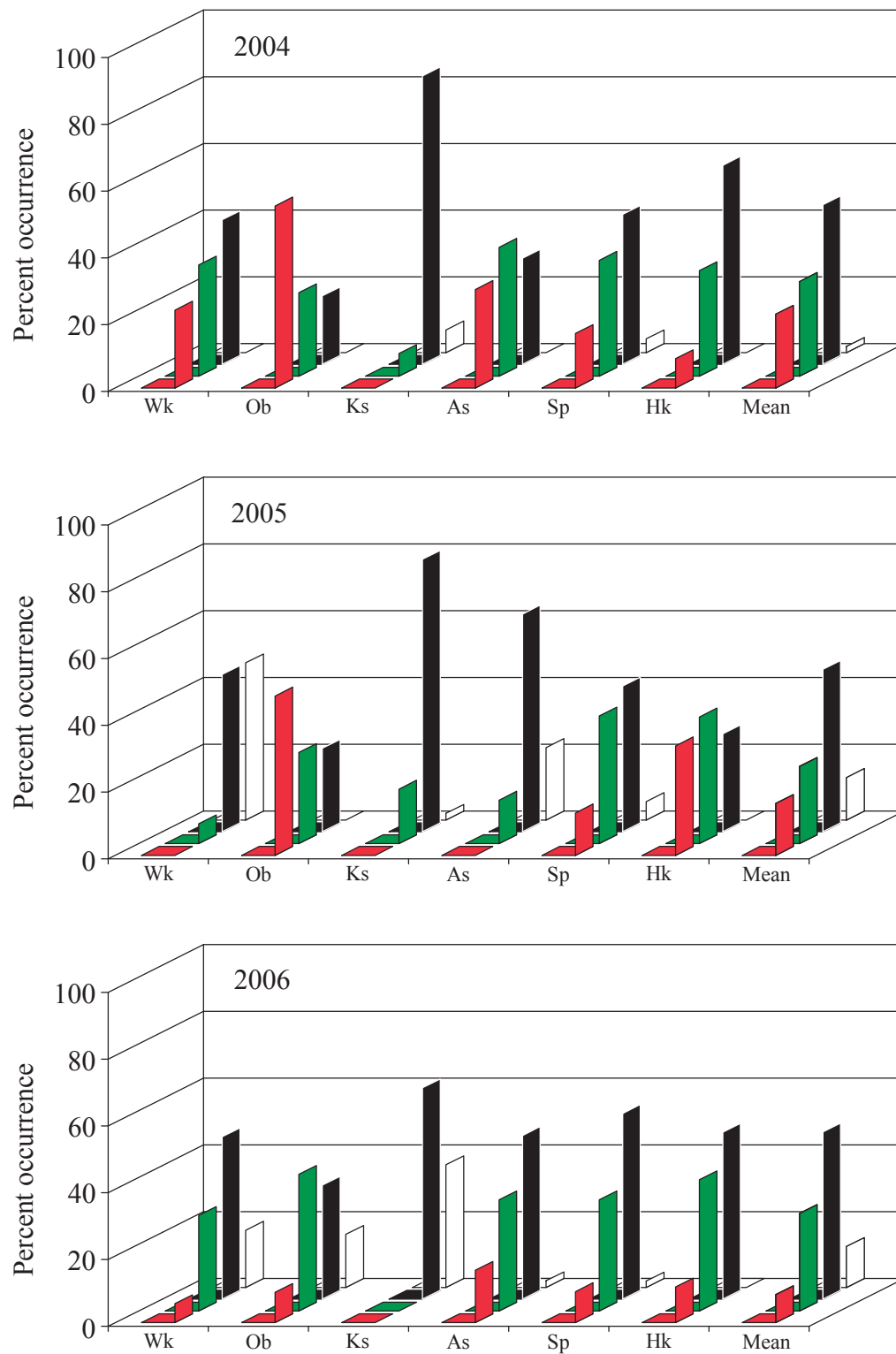


図 1B. 各都市におけるナナカマド結実程度の分布 (2004-2006).  
記号は、Fig. 1A と同じ。

Fig. 1B. The level of fruit production in 6 cities of Hokkaido from 2004 to 2006.  
Symbols are the same as in the Fig. 1A.

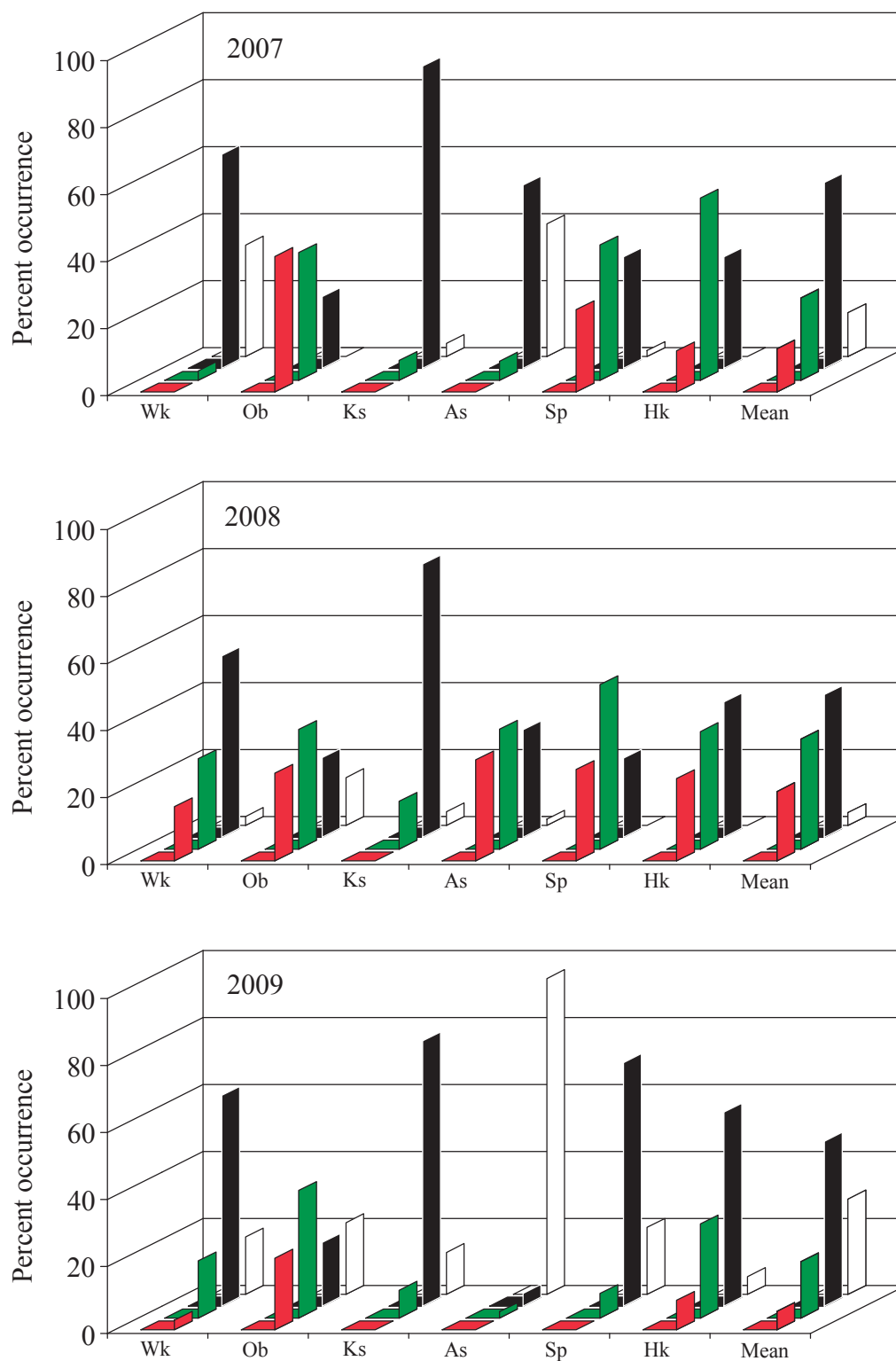


図 1C. 各都市におけるナナカマド結実程度の分布 (2007-2009).  
記号は、Fig. 1A と同じ。

Fig. 1C. The level of fruit production in 6 cities of Hokkaido from 2007 to 2009.  
Symbols are the same as in the Fig. 1A.

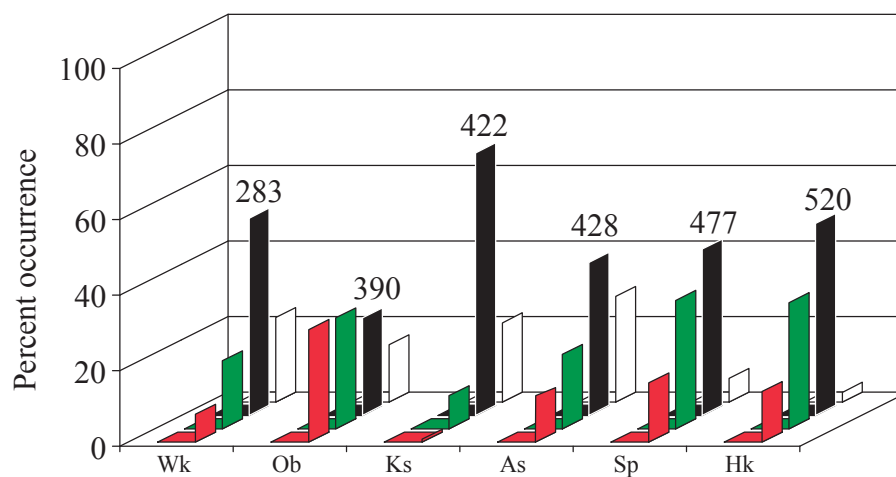


図 2. 各都市におけるナナカマド結実程度の分布 (全調査年度の平均).  
記号は、Fig. 1A と同じ。数字はサンプルサイズ。

Fig. 2. The level of fruit production in 6 cities of Hokkaido. Data were averaged for the nine years from 2001 to 2009.

Symbols are the same as in the Fig. 1A. Numbers indicate sample sizes.

表 1. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (稚内)  
 Table 1. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Wakkanai

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	
2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	
3	1	0	0	1	1	1	1	2	1	
4	1	0	1	1	1	1	1	1	2	
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
7	0	1	3	2	0	1	1	1	1	
8	0	1	2	2	0	1	1	1	1	
9	0	0	1	1	0	0	0	1	0	
10	0	0	1	1	0	0	0	1	1	
11	0	0	2	1	0	0	0	1	0	
12	0	1	2	2	0	0	0	1	1	
13	0	0	1	1	0	0	0	1	0	
14	0	1	3	3	0	1	1	1	1	
15	1	0	2	1	1	1	2	1	1	
16	0	1	3	2	0	1	1	2	-	C**
17	1	2	2	1	1	1	-	-	-	C
18	1	0	1	1	0	1	-	-	-	C
19	1	1	1	1	-	-	-	-	-	D
20	1	1	1	2	-	-	-	-	-	D
21	1	0	2	1	-	-	-	-	-	C
22	2	1	-	-	-	-	-	-	-	D
23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	D
24	-	1	3	3	1	2	1	3	1	
25	-	1	2	2	0	1	0	2	1	
26	-	1	3	2	1	1	1	2	1	
27	-	0	2	3	0	1	1	3	3	
28	-	1	2	3	2	2	1	2	-	D
29	-	-	-	3	0	2	1	1	2	
30	-	-	-	2	0	0	1	2	1	
31	-	-	-	3	1	2	1	3	2	
32	-	-	-	3	0	2	1	3	1	
33	-	-	-	-	0	2	1	1	1	
34	-	-	-	-	1	3	1	3	2	
35	-	-	-	-	1	2	1	2	2	
36	-	-	-	-	1	2	0	2	1	
37	-	-	-	-	1	1	0	0	0	
38	-	-	-	-	1	3	1	1	1	
39	-	-	-	-	1	-	-	-	-	C
40	-	-	-	-	-	1	0	2	1	
41	-	-	-	-	-	2	1	3	1	
42	-	-	-	-	-	-	0	1	1	
43	-	-	-	-	-	-	0	1	0	
44	-	-	-	-	-	-	0	1	0	
45	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
樹木数 No.trees (N)	23	27	26	30	34	35	36	37	35	
結実本数 No.trees bore fruits (A)	14	16	25	30	18	29	24	36	29	
結実木割合 A / N * 100	60.9	59.3	96.2	100	52.9	82.9	66.7	97.3	82.9	

\*: 0: 結実なし no fruits produced. 1: 少量結実 low fruit production.

2: 中量結実 moderate fruit production. 3: 多量結実 high fruit production. -: 未調査 not recorded.

\*\*:: データ収集中断原因 cause of data loss. D: 枯死 death. C: 伐採 cutting.



表 2. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (帯広)  
Table 2. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Obihiro

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	0	3	3	3	3	1	3	3	2
2	0	1	3	3	3	2	3	2	2
3	0	3	3	3	3	1	3	2	3
4	0	1	2	3	3	2	2	2	2
5	0	3	2	3	3	2	2	2	2
6	0	3	3	3	2	2	1	3	3
7	0	1	3	3	3	2	3	3	2
8	0	0	1	2	2	1	2	2	2
9	1	2	2	3	1	2	3	3	2
10	0	1	3	3	2	1	3	3	3
11	0	1	2	2	3	1	2	3	2
12	0	1	3	1	3	2	2	3	1
13	0	2	2	2	3	1	3	3	2
14	0	2	3	3	3	1	2	2	1
15	0	2	1	3	2	2	3	2	2
16	1	2	3	3	3	2	3	2	2
17	1	1	2	3	2	3	2	3	2
18	0	3	1	3	1	2	2	3	0
19	1	2	3	3	3	3	3	3	1
20	0	3	3	3	3	2	3	3	3
21	0	1	3	3	3	2	3	2	2
22	0	2	3	3	3	2	3	2	3
23	1	3	3	3	2	2	3	2	2
24	1	2	2	2	1	1	2	1	3
25	1	1	1	2	2	2	2	2	2
26	1	3	2	3	3	3	3	3	3
27	1	3	3	2	3	2	3	2	2
28	1	2	2	3	2	2	3	2	3
29	1	3	3	3	2	1	2	3	3
30	0	1	1	1	1	1	1	1	0
31	0	3	2	3	1	1	1	1	1
32	0	1	2	1	2	1	2	1	1
33	0	1	1	1	2	1	2	1	1
34	0	0	3	2	1	0	1	1	1
35	0	1	2	2	1	1	1	1	1
36	0	0	1	2	1	0	1	1	0
37	1	2	0	0	0	0	2	1	3
38	0	1	0	0	0	0	1	1	2
39	0	1	0	0	0	1	1	1	1
40	0	1	0	0	0	0	2	1	1
41	0	2	0	0	0	1	2	1	1
42	0	2	0	0	0	1	2	2	3
43	1	2	3	3	3	3	-	-	-
44	1	1	3	2	3	2	-	-	-
樹木数 No.trees (N)	44	44	44	44	44	44	42	42	42
結実本数 No.trees bore fruits (A)	14	41	38	38	38	39	42	42	39
結実木割合 A / N * 100	31.8	93.2	86.4	86.4	86.4	88.6	100	100	92.9

\*: 0: 結実なし no fruits produced. 1: 少量結実 low fruit production.

2: 中量結実 moderate fruit production. 3: 多量結実 high fruit production. -: 未調査 not recorded.

\*\* : データ収集中断原因 cause of data loss. D: 枯死 death. C: 伐採 cutting.

表 3. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (釧路)  
 Table 3. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Kushiro

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
2	0	1	1	1	1	0	1	1	1
3	0	1	1	1	1	0	1	1	1
4	0	1	1	1	1	1	2	1	1
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	1	1	1	0	1	1	1
7	0	0	0	1	1	0	1	1	1
8	0	1	1	2	1	1	1	1	1
9	0	1	2	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	0	1	2	1
11	1	1	2	1	1	0	1	1	2
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1
13	1	0	1	1	1	1	1	1	1
14	1	0	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	1	0	2	1	1	1	1
16	0	1	2	1	1	1	1	2	1
17	0	1	1	1	1	1	1	2	1
18	0	1	3	2	2	1	2	0	0
19	0	1	3	2	2	1	1	1	1
20	0	1	2	1	1	1	1	1	1
21	0	1	2	1	1	1	1	1	1
22	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	2	0	1	0	1	1	1
24	0	1	2	1	1	1	1	1	1
25	0	0	3	1	0	0	0	0	1
26	0	0	0	1	1	1	1	1	1
27	0	0	1	0	1	1	1	1	0
28	0	2	0	1	2	1	1	1	1
29	0	1	0	1	2	0	1	1	0
30	0	2	0	1	1	0	0	1	1
31	0	1	1	1	1	1	1	1	1
32	0	1	1	1	2	1	1	1	1
33	0	2	2	1	1	0	1	1	1
34	1	1	1	1	1	0	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	2	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	0
37	0	1	2	1	1	0	1	1	-
38	0	0	1	1	1	0	-	-	-
39	0	1	1	1	1	-	-	-	-
40	0	1	1	1	1	-	-	-	-
41	0	0	1	1	-	-	-	-	-
42	0	1	1	1	-	-	-	-	-
43	0	1	-	-	-	-	-	-	-
44	1	1	1	1	1	-	-	-	-
45	-	-	1	1	1	1	1	1	0

D\*\*

D

C

C

D

D

D

D

表 3. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異（釧路）（続き）

Table 3. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Kushiro (continued)

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
46	-	-	-	-	1	1	1	2	1
47	-	-	-	-	1	1	1	1	1
48	-	-	-	-	1	1	1	2	2
49	-	-	-	-	1	0	1	2	2
50	-	-	-	-	2	1	1	1	1
51	-	-	-	-	2	1	1	1	1
52	-	-	-	-	1	1	-	-	-
53	-	-	-	-	-	0	1	1	1
54	-	-	-	-	-	0	1	-	-
55	-	-	-	-	-	0	1	-	-
56	-	-	-	-	-	-	1	1	2
57	-	-	-	-	-	-	1	1	1
58	-	-	-	-	-	-	1	1	1
59	-	-	-	-	-	-	1	2	2
樹木数 No.trees (N)	44	44	44	44	49	49	51	49	48
結実本数 No.trees bore fruits (A)	8	31	39	41	48	31	49	47	42
結実木割合 A / N * 100	18.2	70.5	88.6	93.2	98.0	63.3	96.1	95.9	87.5

\*: 0: 結実なし no fruits produced. 1: 少量結実 low fruit production.

2: 中量結実 moderate fruit production. 3: 多量結実 high fruit production. -: 未調査 not recorded.

\*\*\*: データ収集中断原因 cause of data loss. D: 枯死 death. C: 伐採 cutting.

表 4. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (旭川)  
 Table 4. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Asahikawa

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
2	0	1	0	1	1	1	1	1	0
3	0	1	1	1	1	0	0	0	0
4	0	2	1	2	1	1	0	1	0
5	0	2	1	1	1	1	0	1	0
6	0	2	1	2	1	1	0	1	0
7	1	3	2	3	2	1	1	3	1
8	2	3	2	3	2	2	1	1	0
9	1	3	1	3	2	3	1	2	2
10	0	1	2	3	2	2	2	3	1
11	1	2	1	3	1	2	1	3	0
12	1	3	2	3	1	2	1	3	0
13	0	2	1	3	1	2	1	2	0
14	0	3	1	3	1	3	1	3	0
15	0	3	1	3	0	3	1	3	0
16	0	1	2	3	1	3	1	3	0
17	1	2	2	2	0	2	1	3	0
18	0	1	1	2	1	1	0	2	0
19	0	1	1	2	0	1	0	2	0
20	0	1	0	2	0	1	1	2	0
21	0	1	1	2	0	1	1	1	0
22	0	2	1	1	0	1	2	1	0
23	0	1	1	1	0	1	0	1	0
24	1	2	1	1	1	1	1	3	0
25	0	1	2	1	1	3	0	2	0
26	0	2	1	1	1	1	1	1	0
27	0	3	2	2	1	3	1	3	0
28	0	3	3	3	1	2	1	3	0
29	0	1	3	1	0	2	1	1	0
30	0	1	3	2	1	1	0	2	0
31	0	1	3	2	1	1	1	3	0
32	0	1	1	1	1	1	0	2	0
33	0	0	1	1	1	1	0	2	0
34	0	1	2	2	2	1	1	1	0
35	0	1	1	2	1	1	1	1	0
36	0	0	1	2	0	1	-	-	-
37	0	1	1	3	-	-	-	-	-
38	0	2	0	-	-	-	-	-	-
39	0	2	0	-	-	-	-	-	-
40	0	1	1	-	-	-	-	-	-
41	0	1	-	-	-	-	-	-	-
42	1	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	1	2	0	1	0	1	0
44	-	-	1	3	1	2	0	2	0
45	-	-	3	1	2	2	1	2	0

D\*\*

D

D

D

D

D

D

C

表 4. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (旭川) (続き)

Table 4. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Asahikawa (continued)

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
46	-	-	1	2	1	2	0	3	0
47	-	-	1	1	1	1	1	3	0
48	-	-	-	2	1	2	0	2	0
49	-	-	-	2	1	1	0	2	0
50	-	-	-	-	1	2	1	3	0
51	-	-	-	-	1	2	1	2	0
52	-	-	-	-	1	3	1	-	-
53	-	-	-	-	-	2	0	2	0
54	-	-	-	-	-	2	0	1	0
55	-	-	-	-	-	3	0	2	0
56	-	-	-	-	-	2	1	2	0
57	-	-	-	-	-	1	0	2	0
58	-	-	-	-	-	-	1	3	0
59	-	-	-	-	-	-	2	1	0
60	-	-	-	-	-	-	1	2	0
61	-	-	-	-	-	-	-	1	0
樹木数 No.trees (N)	42	41	45	44	46	51	53	53	53
結実本数 No.trees bore fruits (A)	9	39	41	44	36	50	32	52	3
結実木割合 A / N * 100	21.4	95.1	91.1	100	78.3	98.0	60.4	98.1	5.7

\*: 0: 結実なし no fruits produced. 1: 少量結実 low fruit production.

2: 中量結実 moderate fruit production. 3: 多量結実 high fruit production. -: 未調査 not recorded.

\*\*: データ収集中断原因 cause of data loss. D: 枯死 death. C: 伐採 cutting.

D



表 5. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (札幌)  
 Table 5. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Sapporo

Table 5. Variation in fruit production of <i>Sorbus commixta</i> in Sapporo										
個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
1	2	3	1	3	2	2	2	2	2	
2	1	2	1	1	1	1	1	3	0	
3	1	2	2	1	2	1	2	2	1	
4	1	3	1	1	1	1	3	3	1	
5	1	2	2	2	2	1	3	1	1	
6	1	3	2	1	2	1	3	2	1	
7	1	2	1	1	1	1	1	2	0	
8	1	2	2	2	2	2	2	3	1	
9	1	1	1	2	3	3	3	2	1	
10	1	3	3	1	2	1	1	1	1	
11	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
12	0	1	1	1	2	1	1	2	1	
13	1	3	3	3	2	3	2	3	1	
14	2	3	3	3	1	3	3	3	1	
15	1	2	3	0	1	0	1	2	0	
16	2	2	1	2	1	1	1	1	0	
17	0	2	2	2	1	1	0	2	0	
18	2	2	3	2	3	3	2	3	2	
19	1	1	2	2	2	2	2	2	0	
20	2	3	2	2	1	1	1	2	1	
21	1	3	3	2	0	1	1	2	1	
22	1	1	2	0	1	2	2	2	0	
23	1	2	1	1	1	1	2	2	1	
24	1	1	2	1	2	2	3	3	1	
25	1	0	2	1	2	2	3	1	0	
26	1	2	2	2	1	1	1	2	1	
27	2	3	3	2	1	1	1	1	1	
28	0	0	0	1	3	2	2	1	1	
29	2	3	3	2	1	1	2	2	1	
30	0	2	1	3	2	2	2	3	1	
31	1	3	3	3	3	2	3	3	1	
32	1	3	2	2	2	2	3	3	1	
33	1	1	2	1	1	1	2	3	1	
34	1	1	1	1	2	1	1	2	0	
35	1	2	2	2	3	2	3	2	1	
36	0	2	2	3	2	2	3	3	1	
37	2	3	2	1	1	1	1	-	-	D**
38	1	2	2	1	1	1	-	-	-	C
39	1	0	3	1	2	2	-	-	-	D
40	1	2	1	2	1	-	-	-	-	D
41	0	2	2	-	-	-	-	-	-	D
42	0	1	0	-	-	-	-	-	-	C
43	1	3	1	-	-	-	-	-	-	D
44	1	1	1	-	-	-	-	-	-	D
45	1	2	2	-	-	-	-	-	-	D

表 5. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異（札幌）（続き）

Table 5. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Sapporo (continued)

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
46	1	1	2	-	-	-	-	-	-	D
47	1	3	-	-	-	-	-	-	-	D
48	1	2	-	-	-	-	-	-	-	C
49	1	-	-	-	-	-	-	-	-	D
50	1	-	-	-	-	-	-	-	-	D
51	2	-	-	-	-	-	-	-	-	C
52	2	-	-	-	-	-	-	-	-	C
53	2	-	-	-	-	-	-	-	-	C
54	-	-	1	2	1	1	1	1	1	
55	-	-	1	3	3	2	2	2	1	
56	-	-	2	1	1	1	1	1	1	
57	-	-	2	1	1	1	2	1	0	
58	-	-	1	1	-	-	-	-	-	D
59	-	-	-	2	1	1	1	2	1	
60	-	-	-	3	0	1	2	2	2	
61	-	-	-	1	2	1	2	3	1	
62	-	-	-	1	2	2	2	2	1	
63	-	-	-	-	3	3	3	3	2	
64	-	-	-	-	2	1	3	2	1	
65	-	-	-	-	2	2	2	1	1	
66	-	-	-	-	1	1	1	1	1	
67	-	-	-	-	1	2	2	3	1	
68	-	-	-	-	0	2	1	2	0	
69	-	-	-	-	1	1	1	2	1	
70	-	-	-	-	-	-	2	2	1	
71	-	-	-	-	-	-	3	1	1	
72	-	-	-	-	-	-	2	2	1	
73	-	-	-	-	-	-	2	2	1	
74	-	-	-	-	-	-	1	-	-	C
樹木数 No.trees (N)	53	48	51	49	55	54	57	55	55	
結実本数 No.trees bore fruits (A)	46	45	49	47	52	53	56	55	44	
結実木割合 A / N * 100	86.8	93.8	96.1	95.9	94.5	98.1	98.2	100	80.0	

\*: 0: 結実なし no fruits produced. 1: 少量結実 low fruit production.

2: 中量結実 moderate fruit production. 3: 多量結実 high fruit production. -: 未調査 not recorded.

\*\* : データ収集中断原因 cause of data loss. D: 枯死 death. C: 伐採 cutting.

表 6. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (函館)  
 Table 6. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Hakodate

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	2	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0
6	2	1	2	2	3	1	2	2	1
7	2	1	1	1	2	2	2	2	1
8	1	1	1	1	1	1	1	2	1
9	1	1	1	1	2	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	2	1
11	0	0	0	1	1	1	1	2	1
12	1	1	2	1	2	2	2	1	1
13	2	1	2	2	2	1	2	1	1
14	2	2	1	2	2	2	1	3	2
15	1	1	2	1	1	1	1	2	1
16	1	1	2	1	3	1	2	1	2
17	1	1	3	1	3	2	2	2	1
18	1	2	2	2	3	2	3	2	2
19	1	1	2	1	2	2	3	1	2
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	0
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	2	2	2	3	2	2	2	2	2
24	1	1	2	1	3	1	2	2	1
25	1	2	2	2	3	2	3	3	3
26	1	1	1	1	2	3	3	3	2
27	1	2	2	2	3	2	2	2	3
28	1	1	1	1	3	1	2	3	2
29	1	3	2	3	2	2	2	3	2
30	1	3	1	3	2	3	2	3	1
31	2	3	2	2	3	3	3	3	1
32	1	3	3	3	3	2	2	2	2
33	2	2	2	2	2	3	2	2	1
34	2	2	1	2	1	2	1	2	1
35	0	0	2	2	3	1	2	1	2
36	1	1	3	1	3	2	1	3	1
37	1	2	3	2	3	2	2	3	3
38	2	1	1	2	3	2	2	3	1
39	1	2	2	1	3	2	2	2	2
40	2	2	2	2	3	2	2	3	2
41	1	1	1	1	1	2	2	2	1
42	1	2	3	2	3	3	3	3	3
43	1	1	1	1	2	1	2	3	2
44	1	2	1	2	3	2	3	3	3
45	0	0	0	1	2	1	2	2	2

表 6. ナナカマド *Sorbus commixta* の結実程度の変異 (函館) (続き)

Table 6. Variation in fruit production of *Sorbus commixta* in Hakodate (continued)

個体番号 Individual tree number	結実程度 * Fruit production								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
46	1	1	1	2	1	1	2	1	1
47	1	1	1	1	2	2	1	2	1
48	1	1	3	1	2	1	2	1	1
49	1	1	2	1	2	1	2	1	1
50	1	3	3	3	2	3	2	1	1
51	2	3	2	2	3	-	-	-	- C**
52	1	1	1	1	2	-	-	-	- C
53	1	2	0	1	1	-	-	-	- C
54	0	1	1	1	1	-	-	-	- C
55	1	1	1	1	1	-	-	-	- C
56	1	1	1	1	2	-	-	-	- C
57	1	1	1	1	2	-	-	-	- C
58	1	1	-	-	-	-	-	-	- D
59	1	1	-	-	-	-	-	-	- D
60	2	1	-	-	-	-	-	-	- D
61	-	-	-	2	2	-	-	-	- C
62	-	-	-	-	-	1	2	1	1
63	-	-	-	-	-	1	1	1	0
64	-	-	-	-	-	1	1	1	1
65	-	-	-	-	-	2	2	2	2
66	-	-	-	-	-	2	2	1	1
67	-	-	-	-	-	1	-	-	- C
68	-	-	-	-	-	-	2	2	1
69	-	-	-	-	-	-	2	1	2
樹木数 No.trees (N)	60	60	57	58	58	56	57	57	57
結実本数 No.trees bore fruits (A)	56	57	54	58	58	56	57	57	54
結実木割合 A / N * 100	93.3	95.0	94.7	100	100	100	100	100	94.7

\*: 0: 結実なし no fruits produced. 1: 少量結実 low fruit production.

2: 中量結実 moderate fruit production. 3: 多量結実 high fruit production. -: 未調査 not recorded.

\*\* : データ収集中断原因 cause of data loss. D: 枯死 death. C: 伐採 cutting.





担 当 者    御 中  
To the person concerned

独立行政法人 森林総合研究所  
Forestry and Forest Products Research Institute

森林総合研究所研究報告を送付させていただきますのでお受け取り下さい。  
貴刊行物と交換願えれば幸いです。なお、貴研究所の名称、住所などを変更  
された場合は、下記まで連絡を御願ひ致します。

Please, find an enclosed Bulletin of Forestry and Forest Products Research Institute.  
We greatly appreciate receiving any relevant publications in exchange.  
Let us know when the name of your institution and mailing address are changed.

Officer in charge at publication section  
Forestry and Forest Products Research Institute  
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan  
Tel : + 81-29-873-3211 Fax : + 81-29-873-0844  
e-mail : kanko@ffpri.affrc.go.jp

---

2013年12月 発行      森林総合研究所研究報告 第12巻4号 (通巻429号)

編 集 人 森林総合研究所研究報告編集委員会

発 行 人 独立行政法人 森林総合研究所  
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地  
電話 : 029-873-3211      Fax : 029-873-0844

製 版・印 刷 松枝印刷株式会社  
〒303-0034 茨城県常総市水海道天満町 2438  
電話 : 0297-23-2333      Fax : 0297-23-5865

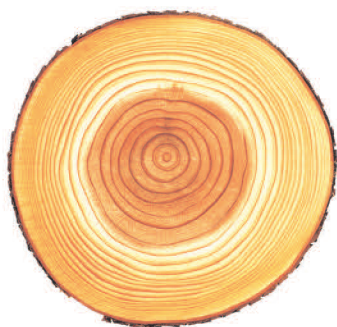
©2013 Forestry and Forest Products Research Institute

---

本誌から転載・複写する場合は、森林総合研究所の許可を得て下さい。

# 森林総合研究所研究報告

Vol.12-No.4(No.429)



## page165

スギ花粉飛散防止のための雄花特異的な生物防除資材候補、  
*Sydowia japonica* における分生子の大量生産(英文)  
: 升屋 勇人、廣岡 裕史、秋庭 満輝、窪野 高德

Mass production of conidia of *Sydowia japonica*, a candidate of male-strobilus  
specific biocontrol agent for preventing the pollen dispersal of *Cryptomeria japonica*  
by MASUYA Hayato, HIROOKA Yuuri, AKIBA Mitsuteru and KUBONO Takanori

## page171

ヒラタケに寄生する新害虫キノコバエ類(双翅目キノコバエ科)  
: 末吉 昌宏、小坂 肇、村上 康明

New pest fungus gnats (Diptera: Mycetophilidae) of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer  
by SUEYOSHI Masahiro, KOSAKA Hajime and MURAKAMI Yasuaki

## page177

半島マレーシアの典型的な2つのフタバガキ林における林冠状態の違いによる炭素蓄積量の比較  
: 佐藤 保、新山 馨、八木橋 勉、野口 麻穂子、アブドゥール・ラーマン・ビン・カシム、アジジ・リピン

Comparison of forest carbon stocks between canopy conditions in  
two typical dipterocarp forest types in Peninsular Malaysia  
by SATO Tamotsu, NIIYAMA Kaoru, YAGIHASHI Tsutomu,  
NOGUCHI Mahoko, ABD RAHMAN bin Kassim and AZIZI Ripin

## page179

街路樹として植栽されたナナカマド果実生産量の年変動  
ー北海道内6都市における2001～2009年の記録ー  
: 松岡 茂

Variations in fruit production of Japanese rowans *Sorbus commixta* planted as street trees  
- Data recorded between 2001 and 2009 in the six cities of Hokkaido -  
by MATSUOKA Shigeru