

原著論文

アオキ(アオキ科)の細胞地理学的研究 -特に境界付近の分布について-

津坂真智子¹・山本伸子¹・池田 博²・堤原健太³・小林史郎⁴・小川 誠⁵・星野卓二¹

A cytogeographical study of *Aucuba japonica* Thunb. (Aucubaceae), with special reference to the border between diploid and tetraploid races

Machiko TSUSAKA¹, Nobuko YAMAMOTO¹, Hiroshi IKEDA², Kenta TSUTSUMIHARA³, Shiro KOBAYASHI⁴, Makoto OGAWA⁵ and Takuji HOSHINO¹

Abstract: *Aucuba japonica* Thunb. (Aucubaceae) consists of two cytological races - (1) diploid with $2n=16$ chromosomes, and (2) tetraploid with $2n=32$ chromosomes. To clarify the accurate distribution of the diploid and tetraploid races, we examined the chromosomes of 245 samples covering nearly the whole distribution range of the species, particularly in the geographical region where the two cytotypes border each other. In the study results, the diploid races are shown to be distributed westward from the central areas of Chugoku and Shikoku Districts, while the tetraploid races are distributed eastward therefrom. However, the border region between the races is irregular. This is particularly so in the Chugoku Mountains, where the border line curves westward and eastward in the coastal areas on the Japan Sea side. Surprisingly, one disjunct diploid population has been found in eastern Tokushima Prefecture among the distribution range of the tetraploids. Distribution of the diploid and tetraploid races correlate fairly well with the Warmth Index or Coldness Index in the present climate, although in some cases the distribution should be interpreted by dispersal events occurring as well as climatic fluctuations during the ice age.

Key words: *Aucuba japonica*, Aucubaceae, cytogeography, cytotype, dispersal.

I. はじめに

アオキ(*Aucuba japonica* Thunb.)は雌雄異株の常緑低木で、北海道から九州・沖縄、台湾あるいは韓国の島嶼部に広く分布している(Noshiro 1999)。また、庭木としても広く植栽されている。

アオキの染色体について最初に報告したのは、Ishikawa (1916)であり、Sakamura氏からの私信として $n=47$ を報告している。また、Palm and Rutgers (1917)は $n=17$, $18(\text{♀})$, $n=18(\text{♂})$, および $2n=36$ を報告している。しかし当時は染色体を観察する技術

1. 〒700-0005 岡山市北区理大町1-1 岡山理科大学大学院総合情報研究科数理・環境システム専攻 Department of Mathematical and Environmental System Science, Graduate School of Informatics, Okayama University of Science, Ridai-cho 1-1, Kita-ku, Okayama-shi 700-0005, Japan
2. 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学総合研究博物館植物部門 Department of Botany, University Museum, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan
3. 〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1 高知大学大学院総合人間自然科学研究科教育学専攻 Department of Education, Graduate School of Integrated Human-Nature Science, Kochi University, Akebono-cho 2-5-1, Kochi-shi, Kochi 780-8520, Japan
4. 〒783-0091 高知県南国市立田 493-3 Tateda 493-3, Nankoku-shi, Kochi 783-0091, Japan
5. 〒770-8070 徳島県徳島市八万町向寺山文化の森 徳島県立博物館 Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-mori Park, Hachiman-cho, Tokushima-shi, Tokushima 770-8070, Japan

が未熟であり、その後の多くの観察結果から、これらの報告は間違いであると考えられる。その後 Sugiura(1927)はアオキの減数分裂を観察し、減数分裂第二分裂中期において16個の染色分体を観察している。Meurman(1929)は体細胞分裂中期染色体を観察し、 $2n=32$ を報告し、Sinoto(1929)、Kihara and Yamamoto(1935)、Viinikka(1970)も $2n=32$ を報告している。また、Funabiki(1955)はヒメアオキ(*var. borealis* Miyabe et Kudo)の染色体数について、同様に $2n=32$ を報告している。したがって、アオキは $x=8$ を染色体基本数とする4倍体であると考えられてきた。ところが、Kurosawa(1971a, 1971b)は沖縄、奄美、屋久島および南九州産のアオキの染色体を観察し、それら地域のアオキは $2n=16$ の2倍体であることを報告した。さらに彼女は、2倍体は九州全域、四国南部、中国地方西部に広く分布していることを明らかにした(Kurosawa 1976)。このように、アオキは種内に2倍体と4倍体を含み、2倍体は西日本に、4倍体は中国地方以東に分布していることが明らかとなってきた。2倍体アオキと4倍体アオキの地理的分布に関しては、Ohi et al.(2003)はフローサイトメトリー法により、2倍体が沖縄から中国・四国地方西部に、4倍体がそれより東に分布することを報告している。すなわち、中国・四国地方を境界として、2倍体はそれより西に、4倍体は東に分布しており、地理的に異なる分布域をもっていると考えられる。近年のDNA解析から、アオキは中国大陸から日本列島南部に侵入し、分布を北に延ばしたと考えられる(瀬戸口 2002)。さらに、日本国内においては氷河期の環境変動に合わせ、分布の拡大・縮小を経て現在の分布が形成されたと考えられている(Ohi et al. 2003)。

このように、アオキは倍数性を伴いながら分布を拡大したと考えられるが、アオキの現在の分布や、分布の地史的変遷を考察するには、特に倍数化が起きたと考えられる、倍数体(サイトタイプ)の境界付近の詳しい分布を明らかにする必要がある。そこでこの研究では、アオキの2倍体と4倍体の地理的分布、特に境界付近における両者の分布を明らかにす

ることを目的とした。

II. 材料と方法

アオキの日本における分布域をほぼカバーするように、北海道から沖縄まで245地点で採集をおこなった(Appendix)。各地点で1～5個体以上を採集し、各個体に識別番号を付け、それぞれ証拠標本を作成した。

採集に際しては、2又分枝した枝を分枝位置の下部で切り取り、分枝した枝の1本を用いて証拠標本を作成し、もう1本を用いて水耕栽培をおこなった。水耕栽培は、発根促進剤(株式会社メネデル科学研究所製「メネデル」)を溶かした水溶液中に枝を挿し、室温に置き、適宜水溶液を交換しながらおこなった。約1ヶ月後に発根した根端を、2mM 8-オキシキノリン溶液に浸し、室温(18℃)で1時間、引き続き4℃で15時間の前処理をおこなった後、-20℃の酢酸アルコール(氷酢酸:99.5%エチルアルコール=1:3)に入れ、-20℃で24時間以上固定した。固定した材料を水和した後、60℃の1規定塩酸で10分間加水分解した。その後、常温のフクシン亜硫酸水溶液に1時間浸し、フォイルゲン染色をおこなった。37℃に保った酵素混合液(2%ペクチナーゼ+2%セルラーゼ)に材料を移し、37℃で50分間解離をおこなった。染色体の観察には、生長点を取り出し、酢酸グリセリン(45%酢酸:グリセリン=20:1)で封入し、押しつぶし法によりプレパラートを作成し、検鏡した。

また、温量指数(「暖かさの指数(WI)」、「寒さの指数(CI)」)の算定については、調査地に最も近い測候所の1992年から1996年の気象データ(<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>, 気象庁, 2007年ダウンロード)を用い、それぞれの平均値を算出した。中国・四国地方のWIの分布については、森林立地談話会(1972)を参考にした。

証拠標本は主に岡山理科大学標本庫(OKAY)に、高知県産の一部は高知県立牧野植物園標本庫(MBK)に保管してある。

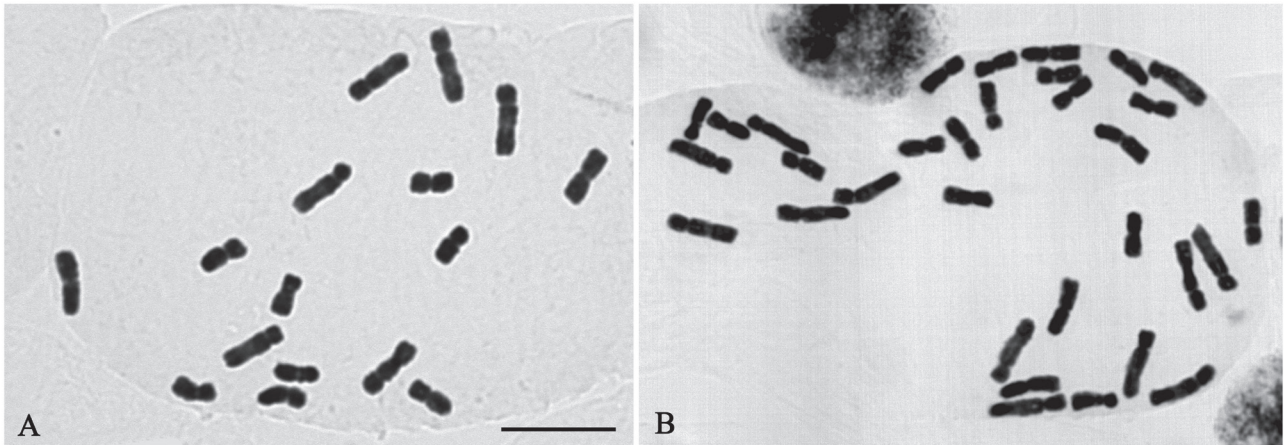


Fig. 1. Somatic chromosomes of *Aucuba japonica*. A: Yusu-hara-cho, Kochi Pref. ($2n=16$, diploid), B: Kamiiso-cho, Hokkaido Pref. ($2n=32$, tetraploid). Bar=10 μm .

III. 結果と考察

日本国内245地点のアオキの体細胞分裂中期染色体を観察した結果、 $2n=16$ の2倍体が123地点、 $2n=32$ の4倍体が122地点で観察された (Fig. 1, Appendix). それら2倍体と4倍体の地理的分布は、中国・四国地方を境として、それより西に2倍体が、それより東に4倍体が分布していることが明らかになった (Fig. 2). この結果は、大まかには Ohi et al. (2003) の結果と一致した。ただし、今回の調査では、Ohi et al. (2003) では調べられていなかった北海道と八丈島産のものについて調査をおこない、ともに4倍体であることが確認された。また、サイトタイプの境界付近の分布については、かなり複雑な分布をしていることが明らかになった。

Fig. 3は、特に中国・四国地方における分布を示したものである。中国・四国地方における2倍体と4倍体の分布の境界について、北からみると、

1) 日本海側では2倍体は島根県美保関町七類 (東経約 $133^{\circ}15'$, Fig. 3A) を東限とし、海岸に沿ってそれより西に2倍体が分布していた。七類より内陸部では、中海を挟んだ対岸の安来市や東出雲町には4倍体が分布していた。

2) 中国山地では、他の場所に比べ4倍体が西に分布しており、広島県三次市付近 (東経約 $132^{\circ}50'$, Fig. 3B) にまで4倍体が分布していた。今回調べた中では、ここが4倍体の分布の西限であった。

3) 山陽地域では、岡山県高梁市臥牛山 (東経約

$133^{\circ}40'$, Fig. 3C) 付近に2倍体と4倍体の境界があり、少し離れて吉備中央町宇甘溪 (東経約 $133^{\circ}50'$, Fig. 3D) では2倍体と4倍体が側所的に生育しているのが確認された。広島県東部では、広島県福山市新市 (東経約 $133^{\circ}15'$, Fig. 3E) 付近に2倍体が分布しているのが確認されたが、それより西の広島県の瀬戸内海側でアオキを確認することはできなかった。

4) 四国の瀬戸内海側では、東経約 $133^{\circ}40'$ 付近が2倍体と4倍体の境界となり、香川県大野原町や、愛媛県四国中央市新宮には2倍体が、徳島県山城町には4倍体が分布していた。また、徳島県神山町 (東経約 $134^{\circ}20'$, Fig. 3G) 付近に2倍体が隔離して分布していた。今回調べた中では、徳島県神山町が2倍体の分布の東限であった。

5) 四国内陸部では、東経 $134^{\circ}40' \sim 133^{\circ}50'$ あたりで2倍体と4倍体が入り混じって分布していた。徳島県の祖谷溪付近 (東経約 $133^{\circ}50'$, Fig. 3F) では、標高の低いところ (池田町松尾, 標高160 m) に4倍体、標高の高いところ (西祖谷山村閑定, 標高500 m) に2倍体が分布していた。また、高知県の大豊町筏木、西土居 (東経約 $133^{\circ}45'$, Fig. 3H) には2倍体が分布していたが、それより西の本山町一の瀬 (東経約 $133^{\circ}40'$, Fig. 3I) には4倍体が分布していた。

6) 四国の太平洋側では、2倍体が広く分布していた。高知県西部には2倍体のみが分布し、高知県東部でも、高知市から土佐山田町、物部町にかけて2倍体が分布していた (Fig. 3J)。ただし、安芸市や

室戸市など、高知県南東部にはアオキの分布が見られなかった。

Ohi et al. (2003) は、全国124地点のアオキの倍数性をフローサイトメトリー法によって調べ、2倍体と4倍体の境界は中国・四国地方(東経134°付近)にあり、それより西に2倍体が、それより東に4倍体が分布していると報告している。今回の結果と比較すると、大まかには一致していたものの、詳しく見ると境界はかなり入り組んだものであり、東経134°付近できれいに東西に分かれているわけではないことが明らかになった。特に日本海側や中国山地では、境界は東経133°付近にあり、かなり西に偏っていた。また、徳島県神山町のように、2倍体が4倍体の分布域に隔離的に分布しているところもあ

った。さらに、岡山県宇甘溪では2倍体と4倍体が隣接して生育していたり、四国内陸部においては、2倍体と4倍体が入り組んで分布していることが明らかになった。

アオキの2倍体と4倍体の分布を規定している要因として、現在の気候的要因が考えられる。中国・四国地方の分布を見てみると、日本海側や瀬戸内海側の比較的温暖な地域では2倍体が東に分布を広げ、中国山地など冷涼な地域では4倍体が西に分布を広げているように見える。そこで両者の分布の境界である中国・四国地方について、サイトタイプの分布と温量指数(「暖かさの指数(WI)」, 「寒さの指数(CI)」)(吉良 1948)とを比較した(Table 1)。2倍体が分布していた地域のWIは平均119.9(90.9~

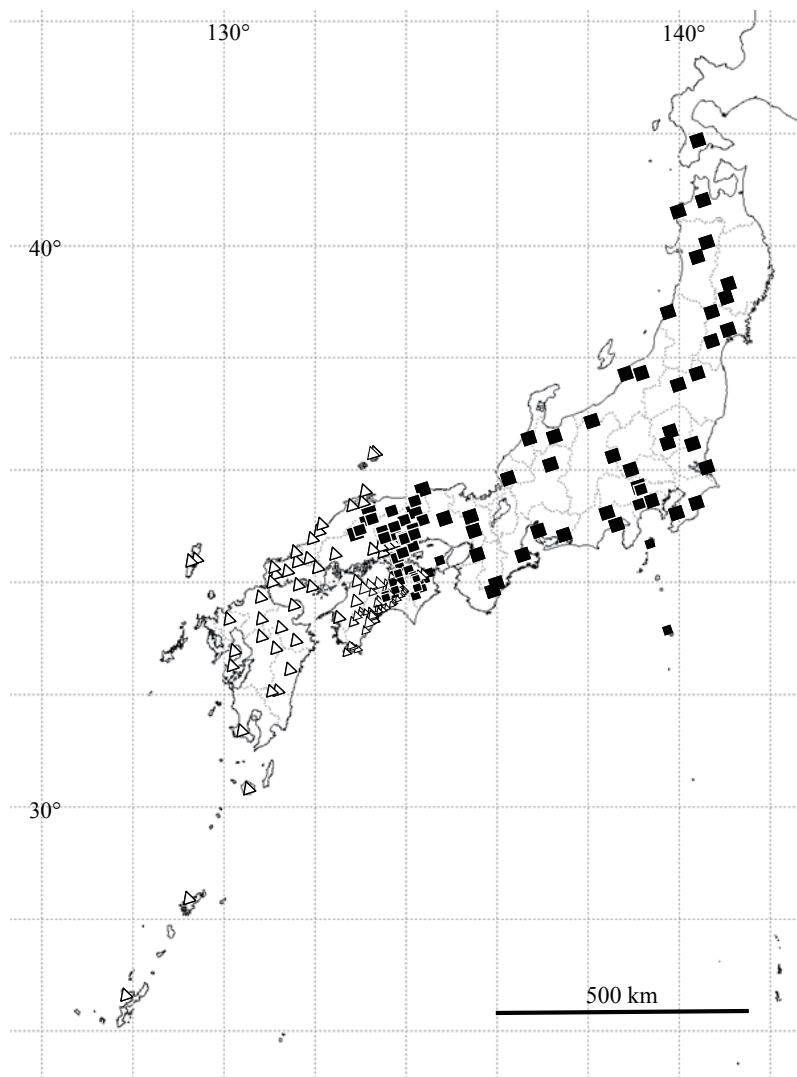


Fig. 2. Distribution of cytotypes of *Aucuba japonica* in Japan. △: diploid, ■: tetraploid.

160.3), CIは平均-2.0(0~-8.2)であった. また, 4倍体が分布していた地域のWIは平均107.0(80.9~137.5), CIは平均-5.6(0~-15.7)であった. すなわち, おおまかにはWIで110あたりを境界とし, それより大きいところに2倍体が, それより小さいところに4倍体が分布している傾向があった. 日本海側で海岸に沿って2倍体が東に分布を広げているのは, 暖流である対馬海流の影響を受けているのでは

ないかと考えられる. また, 徳島県神山町に隔離分布している集団も, WIで125程度あり, 2倍体が分布する可能性があるところである. 広島県三次市の4倍体は, 中国山地に沿って東から分布を広げたと考えられる.

しかし一方, WI, CIだけで分布を説明するのは困難な地域もある. 例えば, 4倍体はWIで80程度まで分布しており, 広島県, 島根県, 山口県にまたが

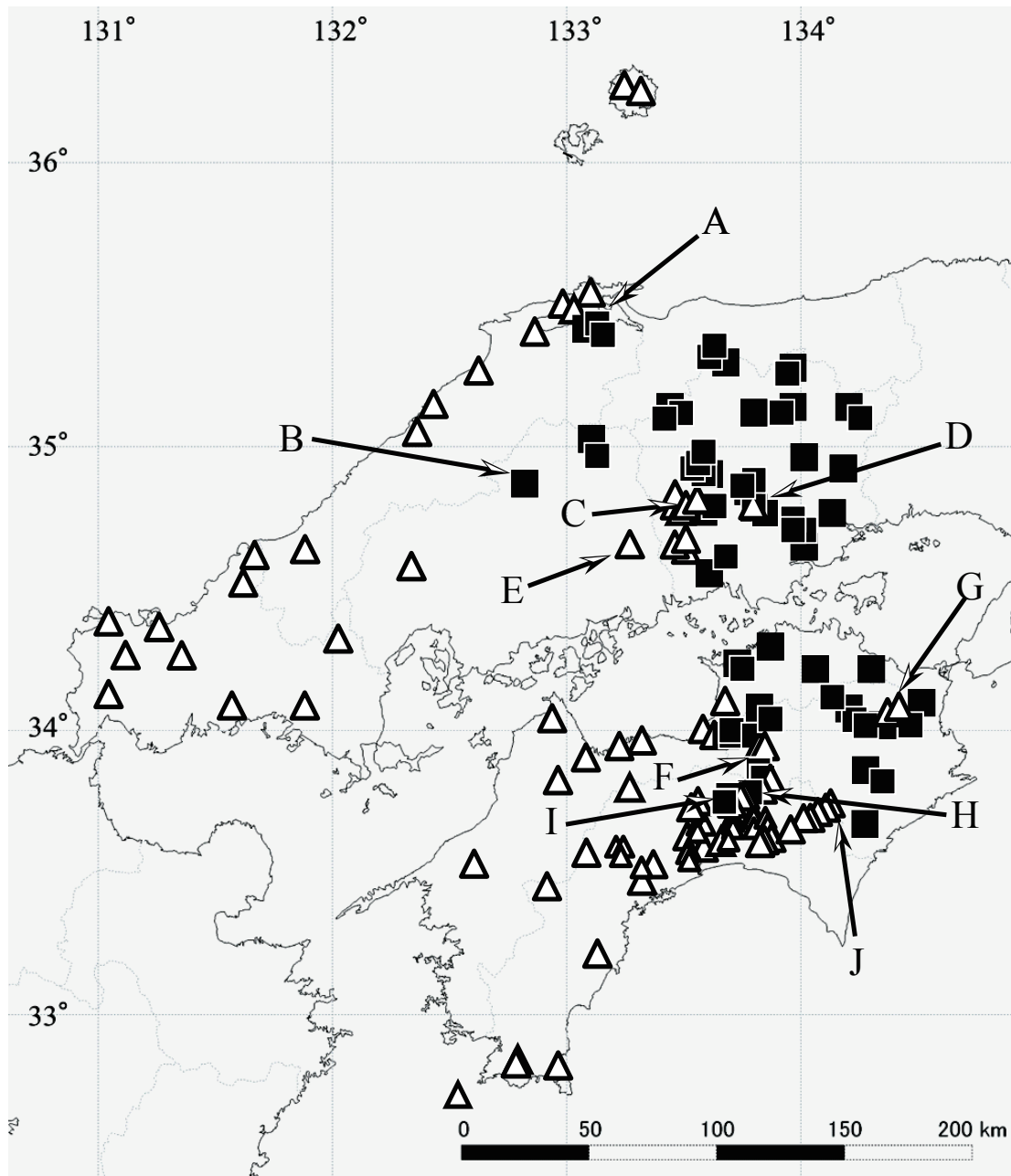


Fig. 3. Distribution of cytotypes of *Aucuba japonica* in the Chugoku and Shikoku Districts. \triangle : diploid, \blacksquare : tetraploid. A: Shichirui, Mihonoseki-cho, Shimane Pref., B: Miyoshi-shi, Hiroshima Pref., C: Mt. Gagyu, Takahashi-shi, Okayama Pref., D: Ukankei, Kibichuo-cho, Okayama Pref., E: Shin'ichi, Fukuyama-shi, Hiroshima Pref., F: Iyadani, Tokushima Pref., G: Kamiyama-cho, Tokushima Pref., H: Ohtoyo-cho, Nagaoka-gun, Kochi Pref., I: Motoyama-cho, Nagaoka-gun, Kochi Pref., J: Mononobe-cho, Kami-shi, Kochi Pref.

る西中国山地には、分布「可能」地域が広く存在する (Fig. 4). しかし、これまでのところ広島県三次市以西に4倍体は発見されていない。また、島根県の日本海側や四国の太平洋側には、2倍体が分布可能と考えられる暖かさの指数110以上の地域も広く存在するが、実際には分布していない。Ohi et al. (2003)は、

アオキの倍数性と葉緑体DNAのハプロタイプの分布について、氷河期の分布域の縮小と最終氷期以降の分布の拡大にリフュージア(避難場所)を想定し、リフュージアに残存的に残った集団が、最終氷期以降の気候の温暖化とともに現在の分布域を形成したと考えた。

Table 1. Meteorological observatories near collection sites in the Chugoku and Shikoku Districts

Prefecture	Meteorological observatory (altitude)	Warmth Index (WI)	Coldness Index (CI)	Nearest collection site (ploidy level, altitude)
Tottori	Sakai (2 m)	119.7	-0.6	Shichirui, Mihonoseki-cho (Shimane Pref.) (2X, 30 m)
Shimane	Matsue (17 m)	119.3	-1.4	Nishikawatsu-cho, Matsue-shi (2X, 30 m)
	Ohta (15 m)	122.2	0.0	Amagouchi, Nima-cho (2X, 30 m)
	Masuda (4 m)	127.1	0.0	Inokidani, Inokidani-cho (2X, 105 m)
	Saigo (27 m)	108.6	-1.4	Nagu, Okinoshima-cho (2X, 320 m)
Okayama	Takahashi (60 m)	111.8	-4.2	Nunose, Bitchu-cho (2X, 150 m)
Hiroshima	Kake (210 m)	101.4	-6.7	Kagusa, Akioota-cho (2X, 190 m)
Yamaguchi	Susa (50 m)	116.4	-0.4	Kamitama, Tamagawa-cho (2X, 10 m)
	Hagi (6 m)	125.2	-0.1	Issonohana, Misumi-cho (2X, 170 m)
	Yuya (8 m)	126.4	0.0	Kuraoda, Yuya-cho (2X, 180 m)
	Tokusa (310 m)	98.7	-6.8	Kozono, Asumi-cho (2X, 515 m)
	Akiyoshidai (240 m)	105.0	-3.4	Edo, Bito-cho (2X, 290 m)
	Kudamatsu (52 m)	121.0	-0.6	Susumaoku, Tokuyama-shi (2X, 335 m)
	Houfu (6 m)	124.5	-0.4	Mure, Hofu-shi (2X, 590 m)
	Nishiichi (40 m)	106.7	-2.8	Ookawachi, Toyota-cho (2X, 210 m)
	Shimonoseki (3 m)	138.1	0.0	Kamiozuki, Shimonoseki-shi (2X, 180 m)
	Tokushima	Kyojyo (560 m)	90.9	-8.2
Ehime	Mishima (27 m)	132.2	-0.1	Gogo, Oonohara-cho (Kagawa Pref.) (2X, 210 m)
	Tanbara (13 m)	129.0	-0.1	Tanbara-cho, Saijo-shi (2X, 10 m)
	Kuma (511 m)	95.7	-7.9	Iuchi, Touon-shi (2X, 450 m)
Kochi	Oodochi (210 m)	116.5	-0.9	Betsuyaku, Monobe-cho (2X, 380 m)
	Kouchi (1 m)	147.7	0.0	Shirakidani, Nankoku-shi (2X, 170 m)
	Yusuhara (415 m)	105.6	-5.1	Iibo, Yusuhara-cho (2X, 490 m)
	Susaki (4 m)	146.0	0.0	Nagano, Tosa-shi (2X, 445 m)
	Kubokawa (205 m)	122.6	-1.7	Shimokurechi, Kubokawa-cho (2X, 350 m)
	Shimizu (31 m)	160.3	0.0	Kakumi, Tosashimizu-shi (2X, 20 m)
	(Average)	119.9	-2.0	
Tottori	Chizu (182 m)	97.6	-8.6	Saji-cho, Tottori-shi (4X, 250 m)
	Yonago (6 m)	118.7	-0.9	Tayori, Yasugi-shi (Shimane Pref.)(4X, 70 m)
Shimane	Matsue (17 m)	119.3	-1.4	Higashi-iwasaka, Higasi-izumo-cho (4X, 430 m)
Okayama	Kaminagata (440 m)	85.2	-13.9	Hiruzen-kougen, Maniwa-gun (4X, 400 m)
	Chiya (525 m)	80.9	-15.7	Kamiikura, Niimi-shi (4X, 150 m)
	Nagi (212 m)	102.3	-7.1	Mt. Nagi, Nagi-cho (4X, 500 m)
	Kuze (145 m)	106.0	-6.2	Kashinishi, Kuze-cho (4X, 135 m)
	Niimi (393 m)	92.7	-9.9	Yataniguchi, Niimi-shi (4X, 300 m)
	Fukuwatari (63 m)	108.9	-4.9	Mitsunakamaki, Okayama-shi (4X, 130 m)
	Takahashi (60 m)	111.8	-4.2	Shimotani-cho, Takahashi-shi (4X, 75 m)
	Kurashiki (3 m)	123.8	-0.8	Kiyonekarube, Soja-shi (4X, 20 m)
Hiroshima	Miyoshi (159 m)	101.4	-7.3	Miyoshi-cho, Miyoshi-shi (4X, 190 m)
Tokushima	Ikeda (205 m)	109.4	-2.5	Sano, Ikeda-cho (4X, 260 m)
	Anabuki (160 m)	120.6	-0.6	Miyakura, Misato-son (4X, 220 m)
	Tokushima (2 m)	137.5	0.0	Orono, Kamiyama-cho (4X, 230 m)
	Kyojyo (560 m)	90.9	-8.2	Matsuo, Ikeda-cho (4X, 160 m)
Kochi	Motoyama (252 m)	111.7	-3.2	Sukefuji, Motoyama-cho (4X, 250 m)
	(Average)	107.0	-5.6	

したがって、アオキの2倍体と4倍体の分布形成を考える場合には、現在の気候的要因のみではなく、過去の地史的イベントも考慮しながら考察する必要があると考えられる。すなわち、最終氷期にリフュージアに残っていた2倍体と4倍体が、その後の気候の温暖化にともない、2倍体は西から、4倍体は東から分布を広げ、中国・四国地方で分布を接することとなった。さらに分布が接する地域では、気候的要因によりその分布が規定され、日本海側や瀬戸内地方など、温暖な地域では2倍体がやや東へ、

中国山地など、冷涼な地域では4倍体がやや西に分布を広げ、結果として現在の分布を形成したのではないかと考えられる。

IV. 謝辞

材料収集に御協力頂いた、岡山理科大学波田善夫教授、高崎浩幸教授、山形大学の横山 潤准教授、福島大学の黒沢高秀准教授、東京農業大学の宮本 太教授、島根大学の林 蘇娟准教授、倉敷市立自然史博物館の狩山俊悟学芸員、上越教育大学の五百川 裕准教

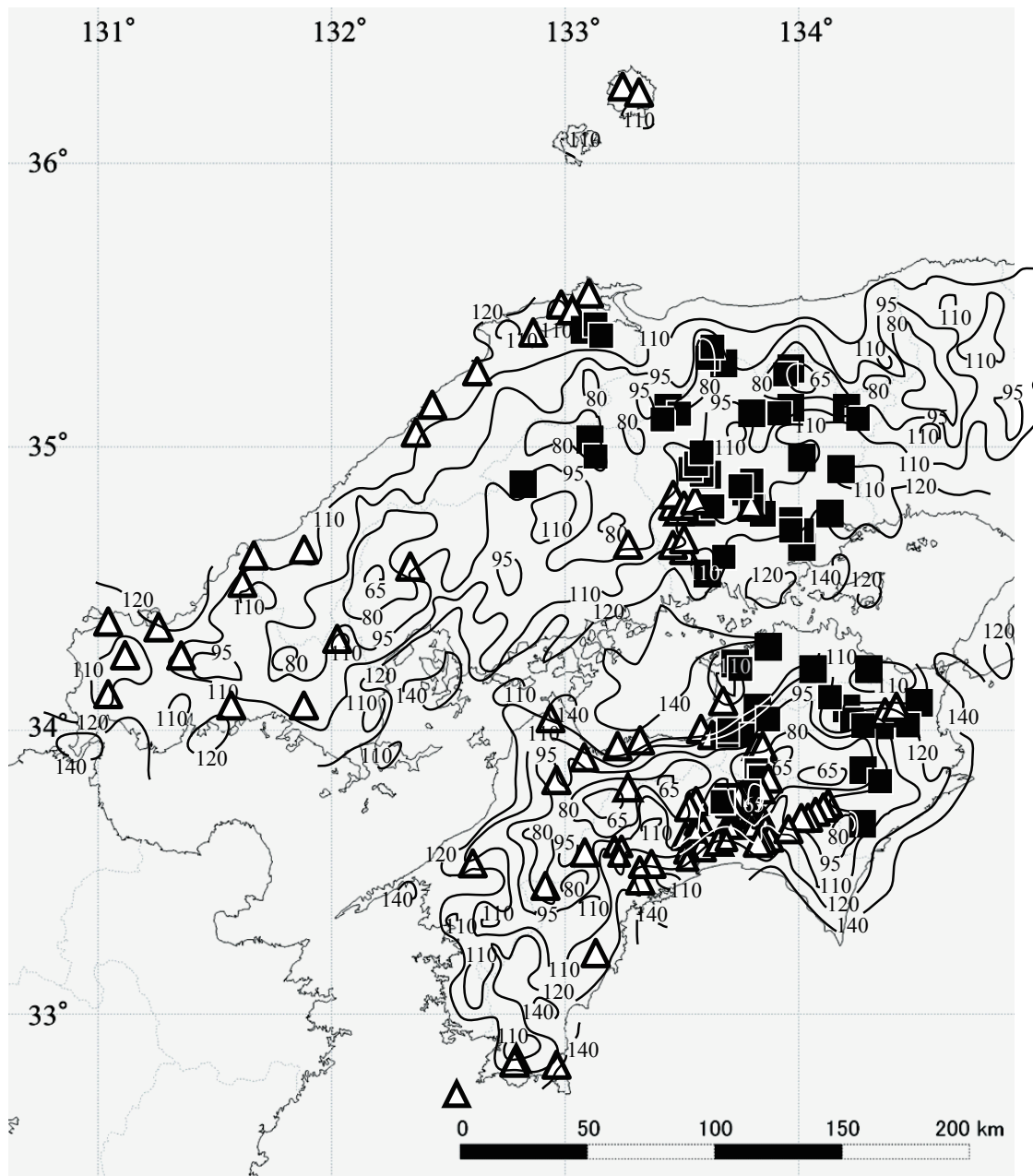


Fig. 4. Distribution of cytotypes of *Aucuba japonica* with distribution of Warmth Index (WI) in the Chugoku and Shikoku Districts. △: diploid, ■: tetraploid. Contour lines indicate WI level.

授，神奈川県立生命の星・地球博物館の勝山輝男学芸員，千葉県立博物館の天野 誠学芸員，東北大学の田中孝尚博士，株式会社ウエスコの森定 伸氏，株式会社AURAエンジニアリングの萬野日出人氏，株式会社地球環境計画の石渡一江氏，日本すげの会の大森鉄雄氏，同会の高野祐晃氏，友人の藤原響子氏，竹田絵美氏，河野朋史氏，岡山理科大学池田研究室の皆様にご感謝します。

この研究の一部は財団法人八雲環境科学振興財団平成17年度環境研究助成事業(対象者：津坂真智子)の補助を得ておこなわれました。記して感謝いたします。

引用文献

- Funabiki, K. (1955). Studies on chromosomes of some forest plants of northern Japan. *Bull. Fac. Agr. Niigata Univ.* 7: 107-110.
- Ishikawa, M. (1916). A list of chromosomes. *Bot. Mag. (Tokyo)* 30: 404-448.
- Kihara, H. and Yamamoto, Y. (1935). Chromosomenverhältnisse bei *Aucuba chinensis* Benth. *Agric. Hortic. (Tokyo)* 10: 2485-2495.
- 吉良龍夫(1948). 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて. *寒地農学* 2: 143-173.
- Kurosawa, S. (1971a). Cytological studies on some eastern Himalayan plants and their related species. In: Hara, H. (ed.) "Flora of Eastern Himalaya, 2nd report": 355-364, University of Tokyo Press.
- Kurosawa, S. (1971b). Cytotaxonomical studies on the genus *Aucuba*. *J. Jpn. Bot.* 46: 231-238.
- Kurosawa, S. (1976). Additional note on cytotaxonomy of *Aucuba japonica*. *J. Jpn. Bot.* 51: 136-137.
- Meurman, O. (1929). Association and types of chromosomes in *Aucuba japonica*. *Hereditas* 12: 179-209.
- Noshiro, S. (1999). Cornaceae. In: Iwatsuki, K., Boufford, D. E. and Ohba, H. (eds.) "Flora of Japan IIc": 254-258, Kodansha.
- Ohi, T., Kajita, T. and Murata, J. (2003). Distinct geographic structure as evidenced by chloroplast DNA haplotypes and ploidy level in Japanese *Aucuba* (Aucubaceae). *Amer. J. Bot.* 90: 1645-1652.
- Palm, B. and Rutgers, A. A. L. (1917). The embryology of *Aucuba japonica*. *Rec. Trav. Bot. Néerl.* 14: 119-126.
- 瀬戸口浩彰(2002). 南西諸島を通して南から来た植物たち. *遺伝* 56(2): 84-89.
- Sinoto, Y. (1929). Chromosome studies in some dioecious plants, with special reference to the allosomes. *Cytologia* 1: 109-191.
- 森林立地談話会(編)(1972). 「日本森林立地図」. 19pp. 農林出版株式会社.
- Sugiura, T. (1927). Some observations on the meiosis of the pollen mother cells of *Carica papaya*, *Myrica rubra*, *Aucuba japonica* and *Beta vulgaris*. *Bot. Mag. (Tokyo)* 41: 219-224.
- Viinikka, Y. (1970). A comparative study of mitotic and meiotic chromosomes of *Aucuba japonica* Thunb. *Ann. Bot. Fennici* 7: 203-211.

Appendix

Voucher specimens (deposited mainly in OKAY, a part in MBK).

【アオキ4倍体】

北海道. 上磯郡上磯町釜の仙境, 240 m (M. Tsusaka 04070201).
 青森県. 西津軽郡深浦町一ツ森, 640 m (M. Tsusaka 04070602), 五所川原市馬ノ背山, 215 m (T. Hoshino & al. 051010A1). 岩手県.
 花巻市鉛, 500 m (K. Ishiwata 04050501), 北上市稲瀬町, 170 m (H. Takano 06052901). 宮城県. 大崎市鳴子温泉, 330 m (M. Tsusaka 04070801), 石巻市河南町北村, 60 m (M. Tsusaka 04070802), 仙台市太白区三神峯, 100 m (J. Yokoyama A050322). 秋田県. 仙北郡協和町水沢, 170 m (M. Tsusaka 04070701), 仙北郡田沢湖町乳頭温泉, 750 m (H. Ikeda & al. 02062300). 山形県. 東田川郡羽黒町羽黒山, 150 m (H. Ikeda & al. 02062400). 福島県. 耶麻郡磐梯町磐梯山, 520 m (H. Ikeda & al. 02062500), 福島市山口, 100 m (T. Kurosawa 0705091F). 茨城県. 常陸大宮市山方町盛金, 110 m (M. Tsusaka 04071001), 鹿島市津賀, 10 m (F. Miyamoto

0704211F). 群馬県. 安中市松井田町五料 妙義湖, 450 m(M. Tsusaka 04060701). 千葉県. 山武郡山武町椎崎, 50 m(K. Ishiwata 02070801), 市原市月崎, 50 m(M. Amano 04042201). 東京都. 八王子市高尾町 高尾山, 400 m(K. Ishiwata 04072901), 大島町三原山温泉付近, 500 m(M. Tsusaka 04012401), 大島町三原山大砂漠, 390 m(M. Tsusaka 04012402), 大島町岡田, 80 m(M. Tsusaka 06040100), 八丈町三根八丈富士, 580 m(M. Tsusaka 03121303), 八丈町三根イデサリヶ鼻付近, 20 m(M. Tsusaka 03121302). 神奈川県. 横浜市戸塚区舞岡, 60 m(O. Yano 04090501), 相模原市大野台, 100 m(F. Miyamoto 0704221F), 小田原市入生田 吾性沢, 200 m(T. Katsuyama 0704151F). 新潟県. 西蒲原郡弥彦村弥彦山, 160 m(M. Tsusaka 06051101), 中蒲原郡村松町小面谷, 130 m(H. Ikeda & al. 02062500A), 中頸城郡妙高高原町赤倉, 700 m(M. Tsusaka 03051101). 富山県. 上新川郡大沢野町直坂, 200 m(M. Tsusaka 04112502). 石川県. 金沢市横谷町口, 390 m(M. Tsusaka 06051000). 福井県. 坂井郡三国町新宿ヶ丘, 60 m(M. Tsusaka 04080101). 山梨県. 南巨摩郡身延町和田, 310 m(M. Tsusaka 04060801). 岐阜県. 吉城郡上宝村鼠餅, 750 m(M. Tsusaka 04112601). 静岡県. 静岡市清水, 340 m(M. Tsusaka 04060802). 愛知県. 豊田市大滝町南大滝, 40 m(M. Tsusaka 05042200), 知多郡南知多町, 30 m(M. Tsusaka 06051501). 三重県. 伊勢市横輪町~矢持町, 60 m(M. Tsusaka 04071101). 大阪府. 箕面市箕面国定公園清水谷, 350 m(Y. Kimura 04010301), 南河内郡千早赤阪村千早洞, 450 m(M. Tsusaka 05051500). 兵庫県. 姫路市夢前町塩田, 200 m(M. Tsusaka 05032200), 南あわじ市三原町上田池, 200 m(M. Tsusaka & al. 0704132F). 奈良県. 吉野郡下北山村住吉, 300 m(M. Tsusaka 04071102), 吉野郡十津川村小川, 290 m(M. Tsusaka 04071103). 鳥取県. 岩美郡岩美町田河内, 250 m(Y. Kimura 06060300), 鳥取市良田湖山池, 10 m(M. Tsusaka 03102403), 鳥取市河原町片山, 110 m(M. Tsusaka & al. 0704141F), 鳥取市佐治町, 250 m(M. Tsusaka 02100801), 東伯郡三朝町三徳投入堂, 300 m(M. Tsusaka 03102404). 島根県. 安来市田頼町津田平, 70 m(M. Tsusaka 03051804), 安来市広瀬町広瀬, 10 m(M. Tsusaka 03051701), 八束郡八雲村東岩坂, 430 m(M. Tsusaka 03051803). 岡山県. 苫田郡上斎原村岩井の滝, 840 m(M. Tsusaka 02010802), 苫田郡上斎原村恩原, 740 m(M. Tsusaka 06050500), 真庭郡川上村蛇ヶ峠, 620 m(Y. Hada 02063001), 真庭郡川上村明連川, 800 m(H. Ikeda & al. 03101200), 真庭郡蒜山高原, 400 m(M. Tsusaka 02070303), 真庭郡久世町檜西, 135 m(M. Tsusaka 02070302), 久米郡旭町江与味, 110 m(T. Hoshino 03072701), 勝田郡奈義町那岐山, 500 m(M. Tsusaka 02052101), 勝田郡勝田町梶並, 200 m(M. Tsusaka & E. Takeda 02092602), 津山市西田辺, 200 m(M. Tsusaka 02052102), 津山市上横野, 300 m(M. Tsusaka 02061201), 阿哲郡大佐町大佐山, 620 m(M. Tsusaka 02070303), 阿哲郡神郷町下神代, 220 m(M. Tsusaka 02070304), 新見市矢谷口付近, 300 m(M. Tsusaka 02100125), 新見市上井倉, 150 m(M. Tsusaka 02101501), 新見市草間 羅生門, 440 m(M. Tsusaka 02101503), 新見市横 満奇洞, 380 m(M. Tsusaka 02101502), 上房郡北房町井殿, 350 m(M. Tsusaka 02100101), 上房郡北房町鍾乳穴神社, 420 m(H. Ikeda 03082001), 真庭市

関, 200 m(H. Ikeda 05042600), 久米郡久米南町別所, 250 m(M. Tsusaka 02052103), 英田郡英田町琴弾の滝, 250 m(M. Tsusaka 02092603), 赤磐郡吉井町草生, 100 m(M. Tsusaka 02092601), 加賀郡吉備中央町宇甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010605), 加賀郡吉備中央町宇甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010606), 加賀郡吉備中央町宇甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010607), 加賀郡吉備中央町宇甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010608), 加賀郡吉備中央町宇甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010609), 加賀郡吉備中央町吉川, 350 m(M. Tsusaka 02102201), 御津郡御津町中牧, 130 m(M. Tsusaka & al. 02091801), 御津郡御津町石原, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010613), 御津郡御津町木久保~河瀬, 170 m(M. Tsusaka & O. Yano 04102301), 高梁市下谷町, 75 m(M. Tsusaka 03042301), 赤磐郡山陽町兜岩, 150 m(M. Tsusaka 02042001), 赤磐郡熊山町熊山, 400 m(H. Ikeda 02052508), 岡山市竜ノ口山, 20 m(M. Tsusaka 06032800), 岡山市国富 操山, 100 m(H. Ikeda 02102701), 吉備郡清音村軽部神社, 20 m(M. Tsusaka 02101002), 浅口郡金光町大谷, 15 m(M. Tsusaka 02101001). 広島県. 比婆郡東城町帝釈 未渡, 460 m(M. Tsusaka 03101301), 比婆郡東城町帝釈 山中, 580 m(M. Tsusaka 03101302), 比婆郡東城町帝釈峽, 400 m(M. Tsusaka 06033000), 三次市三次町太才神社, 190 m(M. Tsusaka 03101401). 香川県. 仲多度郡琴平町象頭山, 200 m(H. Takasaki 03040701), 仲多度郡仲南町内野, 170 m(M. Tsusaka TS03060807), 綾歌郡綾上町長谷~境場, 250 m(S. Morisada 02071301), 香川郡塩江町上西, 390 m(M. Tsusaka 03112402). 徳島県. 徳島市上八万町田中, 30 m(M. Ogawa 04110101), 板野郡土成町御所, 310 m(M. Tsusaka 04052201), 名西郡神山町鬼籠野, 230 m(M. Tsusaka 04052202), 名西郡神山町元山 立岩神社, 470 m(M. Ogawa 04110103), 名西郡神山町養瀬, 150 m(M. Ogawa 04110104), 名西郡神山町高根雨乞の滝, 210 m(M. Tsusaka 03112302), 名西郡神山町上分一字夫, 430 m(M. Tsusaka 03112303), 麻植郡美郷村宮倉, 220 m(M. Tsusaka 03112304), 那賀郡上那賀町古屋, 120 m(M. Tsusaka 03112202), 那賀郡木沢村木頭名, 600-700 m(M. Ogawa 04102401), 海部郡海南町小川, 70 m(M. Tsusaka 03112201), 三好郡井川町馬路, 250 m(M. Ogawa 04110606), 三好郡三好町内野, 170 m(M. Tsusaka TS03060805), 三好郡池田町松尾, 160 m(M. Tsusaka 04052401), 三好郡池田町佐野, 260 m(M. Tsusaka TS03060804), 三好郡西祖谷山村徳善東, 180 m(K. Tsutsumihara 76 & 77), 三好郡山城町茂地, 190 m(M. Ogawa 04110601), 三好郡山城町下名, 189 m(K. Tsutsumihara 75), 三好郡山城町中ノ瀬, 200 m(M. Ogawa 04110602), 三好郡山城町大川持, 450 m(M. Ogawa 04110603). 高知県. 長岡郡大豊町川口一の瀬, 250 m(K. Tsutsumihara 78 & 79), 長岡郡大豊町中屋, 220 m(K. Tsutsumihara 73 & 74), 長岡郡本山町助藤, 250 m(M. Tsusaka TS03060703).

[アオキ2倍体]

島根県. 八束郡美保関町七類, 30 m(M. Tsusaka 03102501), 松江市西川津町深町池, 30 m(S.-J. Lin 04041901), 松江市有, 20 m(M. Tsusaka 03051702), 八束郡宍道町佐々布, 120 m(M. Tsusaka 03051801), 太田市鳥井町鳥越, 70 m(M. Tsusaka 03051807), 瀬

摩耶仁摩町天河内, 30 m(M. Tsusaka 03051808), 江津市桜江町谷住郷, 40 m(M. Tsusaka 03051901), 益田市猪木谷町猪木谷, 105 m(M. Tsusaka 03041304), 隠岐郡隠岐の島町那久, 320 m(M. Tsusaka 03102502), 隠岐郡隠岐の島町布施, 290 m(M. Tsusaka 03102601). 岡山県. 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka 02031301), 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010602), 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010603), 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010604), 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010610), 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka & al. TS04010611), 加賀郡吉備中央町字甘溪, 150 m(M. Tsusaka 05041501), 高梁市内山下 臥牛山, 250 m(M. Tsusaka 02102202), 高梁市備中町磐窟溪, 150 m(M. Tsusaka 03052401), 高梁市備中町布瀬, 150 m(M. Tsusaka & al. 050220A), 高梁市備中町柳平, 100 m(M. Tsusaka 03032802), 高梁市備中町加合木, 260 m(M. Tsusaka 03032803), 高梁市成羽町羽山, 220 m(M. Tsusaka 02120502), 後月郡芳井町山村, 120 m(M. Tsusaka 02120501), 後月郡芳井町天神峽 110 m(M. Tsusaka 02070901), 後月郡芳井町上嶋, 150 m(M. Tsusaka 02120503). 広島県. 福山市新市町藤尾, 200 m(H. Ikeda & N. Yamamoto 05042500), 山県郡安芸太田町香草, 190 m(M. Tsusaka 03051903). 山口県. 阿武郡田万川町上田万, 10 m(M. Tsusaka 03041303), 玖珂郡錦町羅漢高原, 590 m(M. Tsusaka 03041101), 阿武郡阿東町神角, 515 m(M. Tsusaka 03041302), 徳山市須々万奥 菅野ダム, 335 m(M. Tsusaka 03041102), 防府市牟礼大平山, 590 m(M. Tsusaka 03041201), 大津郡三隅町一宗の鼻, 170 m(M. Tsusaka 03041205), 美祿郡美東町絵堂, 290 m(M. Tsusaka 03041301), 大津郡油谷町蔵小田, 180 m(M. Tsusaka 03041204), 豊浦郡豊田町大河内, 210 m(M. Tsusaka 03041203), 下関市上小月, 180 m(M. Tsusaka 03041202). 香川県. 三豊郡大野原町五郷, 210 m(M. Tsusaka TS03060803). 徳島県. 名西郡神山町阿野南行者野, 190 m(M. Tsusaka 03112301), 名西郡神山町名田河, 190 m(M. Tsusaka 04052203), 名西郡神山町南馬喰草, 90 m(M. Ogawa 04110105), 三好郡西祖谷山村かざら橋, 400 m(H. Takasaki 03090601), 三好郡西祖谷山村閑定, 500 m(M. Tsusaka 04052402). 愛媛県. 四国中央市新宮町馬立, 200 m(M. Tsusaka TS03060801), 四国中央市新宮町中村, 400 m(M. Ogawa 04110608), 四国中央市新宮町上山, 560 m(M. Ogawa 04110609), 新居浜市立川町立川, 210 m(M. Tsusaka TS03060802), 西条市中野丙, 120 m(M. Tsusaka TS03060601), 周桑郡丹原町中山川, 10 m(H. Ikeda 03100201), 越智郡玉川町鈍川溪谷, 200 m(M. Tsusaka 03041801), 東温市井内, 450 m(M. Tsusaka 04101201), 喜多郡内子町大久喜, 160 m(M. Tsusaka 04101202). 高知県. 長岡郡大豊町筏木, 270 m(K. Tsutsumihara 28 & 29), 長岡郡大豊町角茂谷, 340 m(K. Tsutsumihara 65), 長岡郡大豊町角茂谷土佐北川, 340 m(K. Tsutsumihara 32 & 33), 長岡郡大豊町北川, 580 m(K. Tsutsumihara 63 & 64), 長岡郡大豊町久寿軒, 400 m(K. Tsutsumihara 61 & 62), 長岡郡大豊町西土居, 252 m(K. Tsutsumihara 26 & 27), 長岡郡大豊町道遠, 40 m(K. Tsutsumihara 34), 長岡郡大豊町和田, 246 m(K. Tsutsumihara 23, 24, 25), 長岡郡本山町寺家, 260 m(K. Tsutsumihara 48), 吾川郡吾川村長屋, 170 m(M. Tsusaka TS03060603), 吾川郡

いの町枝川, 110 m(K. Tsutsumihara 14), 吾川郡いの町小川柳野日曾浦, 440 m(K. Tsutsumihara 41), 吾川郡いの町瀬瀬, 40 m(M. Tsusaka TS03060604), 吾川郡いの町下八川, 60 m(K. Tsutsumihara 39 & 40), 吾川郡いの町長沢, 610 m(M. Tsusaka 050314A1), 吾川郡仁淀川町入江谷, 240 m(K. Tsutsumihara 42 & 43), 吾川郡仁淀川町大屋, 380 m(K. Tsutsumihara 44 & 45), 土佐郡土佐町相川, 360 m(K. Tsutsumihara 49 & 50), 土佐郡土佐町東石原, 560 m(M. Tsusaka 050314A2), 南国市白木谷, 170 m(M. Tsusaka TS03060702), 南国市奈路, 110 m(K. Tsutsumihara 7 & 8), 南国市成合 根曳峠, 391 m(K. Tsutsumihara 35 & 36), 土佐市永野 虚空蔵山, 445 m(M. Tsusaka TS03060701), 高知市鏡, 285 m(M. Tsusaka 05031400), 高知市鏡小浜, 50 m(K. Tsutsumihara 11 & 12), 高知市土佐山 梶谷仏木, 150 m(K. Tsutsumihara 9, 10, 53), 高知市土佐山 菖蒲, 380 m(K. Tsutsumihara 54 & 55), 高知市土佐山 城, 500 m(K. Tsutsumihara 51 & 52), 香美市物部町押谷, 298 m(K. Tsutsumihara 15 & 16), 香美市物部町小浜, 279 m(K. Tsutsumihara 82), 香美市物部町仲内, 335 m(K. Tsutsumihara 19 & 20), 香美市物部町八重谷, 180 m(K. Tsutsumihara 5 & 6), 香美市物部町別府, 508 m(K. Tsutsumihara 17 & 18), 香美市物部町別役, 380 m(K. Tsutsumihara 83 & 84), 香美市香北町白川, 100 m(K. Tsutsumihara 1 & 58), 香美市香北町西峰, 100 m(K. Tsutsumihara 56 & 57), 香美市土佐山田町逆川, 82 m(M. Tsusaka 050313A1), 香美市土佐山田町檜の谷, 400 m(K. Tsutsumihara 69 & 70), 香美市土佐山田町上穴内黒滝, 420 m(K. Tsutsumihara 71 & 72), 香美市土佐山田町繁藤向田, 343 m(K. Tsutsumihara 22), 香美市土佐山田町繁藤和田, 360 m(K. Tsutsumihara 30 & 31), 香美市土佐山田町角茂谷河ノ川, 380 m(K. Tsutsumihara 67 & 68), 香美市土佐山田町西又, 420 m(K. Tsutsumihara 66), 香美市土佐山田町本村, 80 m(K. Tsutsumihara 59 & 60), 高岡郡檜原町飯母, 490 m(M. Tsusaka 04101301), 高岡郡窪川町下呉地, 350 m(M. Tsusaka 04101303), 高岡郡窪川町大井野, 160 m(M. Tsusaka 04101201), 幡多郡大月町口目塚, 90 m(M. Tsusaka 03041902), 土佐清水市加久見, 20 m(M. Tsusaka 03041903), 宿毛市沖の島, 150 m(T. Hoshino 05040900). 福岡県. 北九州市小倉南区春吉, 80 m(M. Tsusaka 04060303), 朝倉郡小石原村皿山, 550 m(M. Tsusaka 04082101). 佐賀県. 佐賀郡大和町松瀬古道, 240 m(M. Tsusaka 04060302). 長崎県. 対馬市巖原町豆酛, 40 m(M. Tsusaka 02050201), 対馬市安神, 100 m(H. Manno & al. 0506070A), 南島原市深江町甲, 310 m(M. Tsusaka 05060601). 熊本県. 天草郡倉岳町倉岳, 580 m(M. Tsusaka 02042801), 阿蘇郡南阿蘇村中松, 480 m(M. Tsusaka 05060504), 菊池市班蛇口, 440 m(M. Tsusaka 02042901). 大分県. 佐伯市宇目町木浦内, 260 m(M. Tsusaka 04060101), 由布市湯布院町川北, 460 m(M. Tsusaka 05060502), 臼杵市武山, 100 m(M. Tsusaka 06011301). 宮崎県. 東臼杵郡東郷町山陰, 28 m(M. Tsusaka 04060301), 西都市茶臼原, 60 m(M. Tsusaka 03083101), 西都市上三財, 170 m(M. Tsusaka 06011302). 鹿児島県. 県南さつま市長屋山, 390 m(H. Ikeda & N. Yamamoto 0506120A), 熊毛郡屋久町安房千尋の滝, 470 m(H. Ikeda & al. 04042400), 大島郡宇検村湯湾岳, 550 m(M. Tsusaka 05122501). 沖縄県. 名護市嘉津宇岳, 400 m(M. Tsusaka 05122301).