

## 富山県に自然分布するキイチゴ属植物の分布の特徴

佐藤 卓<sup>1)</sup>, 太田 道人<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 日本海植物研究所 939-3553 富山市水橋的場195

<sup>2)</sup> 富山市科学博物館 939-8084 富山市西中野町一丁目8-31

## The Characteristics of the Distribution of *Rubus* Species in Toyama Prefecture

Takashi Sato<sup>1)</sup> and Michihito Ohta<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Nihonkai-shokubutu Research Institute, 195 Matoba, Toyama 939-3553, Japan

<sup>2)</sup> Toyama Science Museum, 1-8-31 Nishinakano-machi, Toyama 939-8084, Japan

The characteristics of the distribution of fifteen taxa belonged to *Rubus* in Toyama Prefecture were examined with environmental factors obtained from Mesh Climatic Normal Values (Japan Meteorological Agency, 2022). The main environmental factors are annual value of precipitation, annual mean temperature, annual mean amount of solar radiation, annual maximum snow deposit, WI, CI, Japan Sea Index (JSI) proposed by Suzuki and Suzuki (1971), and altitude. The distribution data were provided from the specimen description in TOYA and literature. The analysis of the distributions was carried out by one-way ANOVA, cluster analysis and Maxent.

Analysis of the commonality of distribution using Sørensen's coefficient showed that *R. vernus* and *R. pedatus* was the most similar. The next similar was *R. palmatus* and *R. crataegifolius*. By the result of cluster analysis of 15 taxa performed using climatic environments, there were three groups. *R. parvifolius* group distributed in areas with lower annual rainfall and higher annual mean temperature, which including *R. hirsutus*, *R. hakonensis* and *R. × pseudohakonensis*. *R. vernus* group including *R. pedatus*, *R. subcrataegifolius*, *R. ikenoensis*, *R. idaeus* var. *nipponicus* and *R. pseudojaponicus* distributed in areas with lower annual mean temperature, higher annual rainfall and deepest snowfall. *R. palmatus* group including *R. illecebrosus*, *R. crataegifolius*, *R. phoenicolasius* and *R. pectinellus* showed an intermediate between the above two groups. Maxent model estimated that distribution of many *Rubus* species were influenced by forest area and WI, and also the model showed that *R. crataegifolius* and *R. palmatus* have a suitable distribution occupied approximately 1/4 of the area of Toyama Prefecture.

**Key words** : Distribution, *Rubus*, Mesh Climatic Normal Values, Maxent model

**キーワード** : 分布, キイチゴ属, メッシュ気候値, Maxentモデル

### 1. はじめに

富山市科学博物館が収蔵している標本情報と富山県内の植物分布情報を含む文献を基に、メッシュ平年値を用いて、佐藤・太田 (2018, 2019, 2020, 2021, 2022) は富山県に自然分布している裸子植物, モチノキ科植物, バラ科ナナカマド属とアズキナシ属植物, キンボウゲ科イチリンソウ属植物, バラ科キジムシロ属植物の分布の特徴を明らかにしてきた。

これまでの研究では、分布情報とメッシュ気候値との関係を解析し、それぞれの分類群が分布する環境の特徴を報告してきた。今回は、それに加えて、最近、動物の

分布 (草野, 2016; Preau *et al.*, 2017; 岡久ら, 2019; 山崎・伊藤, 2022; 福谷・岩田, 2022) や植物の分布 (Elith *et al.*, 2011, 乾ら, 2018), 気候変動に伴う分布域の変動予測 (Abdelaal *et al.*, 2019) のために用いられているMaxent モデル解析ソフト (Phillips *et al.* 2006; Phillips *et al.* 2017) を用いて、キイチゴ属*Rubus*の好適分布域を推定することを試みた。Maxentモデルは最大エントロピー理論に基づくアルゴリズムを用いて、不在データの代わりに背景環境と呼ばれる対象地域内にランダム点を発生させ、そのランダム点と実際の分布地点における環境変数の確率密度関数から対象種の分布好

表1 富山県に自然分布するバラ科キイチゴ属の内、今回用いた分類群と分布情報.

学名	和名	分布情報 (メッシュ数)
<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	クマイチゴ	126
<i>Rubus hakonensis</i> Franch. et Sav.	ミヤマフユイチゴ	66
<i>Rubus hirsutus</i> Thunb.	クサイチゴ	55
<i>Rubus idaeus</i> L. subsp. <i>nipponicus</i> Focke	ミヤマウラジロイチゴ	10
<i>Rubus ikenoensis</i> H.Lév. et Vaniot	ゴヨウイチゴ	36
<i>Rubus illecebrosus</i> Focke	バライチゴ	41
<i>Rubus palmatus</i> Thunb.	モミジイチゴ	160
<i>Rubus parvifolius</i> L.	ナワシロイチゴ	158
<i>Rubus pectinellus</i> Maxim.	コバノフユイチゴ	35
<i>Rubus pedatus</i> Sm.	コガネイチゴ	24
<i>Rubus phoenicolasius</i> Maxim.	エビガライチゴ	25
<i>Rubus pseudojaponicus</i> Koidz.	ヒメゴヨウイチゴ	11
<i>Rubus subcrataegifolius</i> (H.Lév. et Vaniot) H.Lév.	ミヤマニガイチゴ	45
<i>Rubus vernus</i> Focke	ベニバナイチゴ	30
<i>Rubus x pseudohakonensis</i> Sugim.	アイノコフユイチゴ	18

適地を推定する (Elith *et al.*, 2006 ; Phillips *et al.*, 2006). 角谷 (2010) は従来行われてきた自己回帰モデル (CARモデル) と一致することを記している. また, 推定の妥当性と課題については, Elith *et al.*, (2011) や岩崎ら (2014), 石濱 (2017), 阿部 (2017) らが他の方法と比較検討し, 利点と課題を整理している.

## 2. 材料と調査方法

バラ科キイチゴ属は凡世界的に分布し, 250種以上を含む (Mabberley, 1997) 大きな属である. 北村・村田 (1979) は, キイチゴ属はおよそ700種, 北半球の寒・温・暖帯に多く, 熱帯には少ないとし, 雑種がでやすいので分類が困難であるとしている. 種の定義が研究者によって異なるため, 鳴橋・長谷川 (2020) は北村・村田 (1979) と大きく異なり, 世界に300種から3000種あるとしている.

日本のキイチゴ属は, 北村・村田 (1961, 1979) は37種と15雑種, 初山 (1982, 1989) は40種, 邑田・米倉 (2012) は45種と26雑種, 鳴橋・長谷川 (2020) は自生種39種と25雑種があるとそれぞれ報告している.

富山県内のキイチゴ属植物は, 大田ら (1983) の『富山県植物誌』には, 16種1変種が記載されている. 最近, 出版された『富山県植物誌改訂版編集のための維管束植物チェックリスト』(富山県植物誌改訂編集委員会, 2021) には, 外来種のセイヨウヤブイチゴなどを含む20種と4雑種が記載されている.

そこで, 『富山県植物誌改訂版編集のための維管束植物チェックリスト』に記載されているキイチゴ属植物の中から, 分布情報が10件以上ある15分類群 (1雑種を含む) を材料とした (表1).

分布情報はTOYAの標本 (2022年12月31日現在) と太田が整理した文献 (付表) を用いた.

分布情報の内, 「植栽」と記載された標本及び文献と, 現地で植栽であることが確認された個体の分布情報は使用しなかった. しかし, 使用した分布情報に植栽の情報が含まれている可能性を完全に排除できたわけではないと思われる. また, 産地名が「黒部峡谷」, 「立山」などの広い範囲を示す場合も, その情報は使用しなかった.

分布情報はすべて3次メッシュ (以後, 単にメッシュと表記) に変換した. 同じメッシュに含まれる複数の分布情報は統合して1つの分布情報とした.

1つのメッシュ (約1 km<sup>2</sup>) に複数の種が分布しているかどうかを表す共通性を数値化するため, Sørensen (1948) の共通係数を用いた.

分布の特徴を解析するため, 気象庁が発表しているメッシュ平年値2020 (気象庁, 2022) を用いた. 用いた平年値は年降水量と月降水量, 年平均気温と月平均気温, 年最深積雪と月最深積雪, 年平均全天日射量と月平均全天日射量である. また, その他の環境因子として, 分布地メッシュの平均標高, 吉良ら (1948) の暖かさの指数 (WI) と寒さの指数 (CI), 鈴木・鈴木 (1971) の日本海指数 (JSI) をメッシュ平年値から算出して用いた. また, Maxentモデル (Phillips *et al.*, 2006) による解析のため, 気候因子のほかに森林面積, 水田面積, 建物面積を国土数値情報ダウンロードサービスの土地利用3次メッシュ第26版 ([https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-a-v3\\_1.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-a-v3_1.html); 2023年1月20日閲覧) から入手して用いた.

それぞれの分類群が分布する環境を解析するため, 上記に示した環境因子を用いて, 多重比較 (SPSSプログラムを利用) とクラスター分析 (SPSSプログラムを利用) を行った. MaxentソフトのVersion 3.4.4は[https://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)から入手し用いた. 解析には, 標高, 年平均気温, 年降水量, 最深積雪, 年日照時間, 年平均日射量, WI, CI, JSI, 水田面積, 森林面積, 建物面積を環境変数として用いた.

表2 富山県におけるキイチゴ属植物が分布する3次メッシュの共通係数 (Sørensen, 1948).

	アイノコ フユイ チゴ	エビガ ライチ ゴ	クサイ チゴ	クマイ チゴ	コガネ イチゴ	コバノフ ユイチ ゴ	ゴヨウ イチゴ	ナワシ ロイチ ゴ	バライ チゴ	ヒメゴヨ ウイチ ゴ	ベニバ ナイチ ゴ	ミヤマ ウラジ ロイチ ゴ	ミヤマ ニガイ チゴ	ミヤマ フユイ チゴ
エビガライチゴ	0.047													
クサイチゴ	0.110	0.100												
クマイチゴ	0.028	0.132	0.144											
コガネイチゴ	0.000	0.000	0.000	0.000										
コバノフユイチゴ	0.075	0.133	0.156	0.186	0.000									
ゴヨウイチゴ	0.000	0.000	0.000	0.086	0.233	0.000								
ナワシロイチゴ	0.011	0.055	0.178	<b>0.268</b>	0.000	0.062	0.000							
バライチゴ	0.034	0.152	0.167	<b>0.251</b>	0.000	<b>0.316</b>	0.026	0.141						
ヒメゴヨウイチゴ	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.128	0.000	0.000					
ベニバナイチゴ	0.000	0.000	0.000	0.013	<b>0.407</b>	0.000	<b>0.273</b>	0.000	0.000	0.195				
ミヤマウラジロイチゴ	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.130	0.000	0.000	0.190	0.000			
ミヤマニガイチゴ	0.000	0.029	0.040	0.222	0.000	0.175	0.222	0.010	0.116	0.071	0.027	0.182		
ミヤマフユイチゴ	0.095	0.088	<b>0.314</b>	0.229	0.000	0.139	0.020	0.196	0.168	0.026	0.000	0.053	0.036	
モミジイチゴ	0.056	0.086	<b>0.251</b>	<b>0.378</b>	0.000	0.123	0.041	<b>0.302</b>	0.179	0.023	0.011	0.024	0.078	<b>0.372</b>

A種の分布するメッシュ数=a, B種の分布するメッシュ数=b, A種とB種が共に分布するメッシュ数=cとすると, Sørensenの共通係数=2c/(a+b).  
太文字は0.2以上を示す.

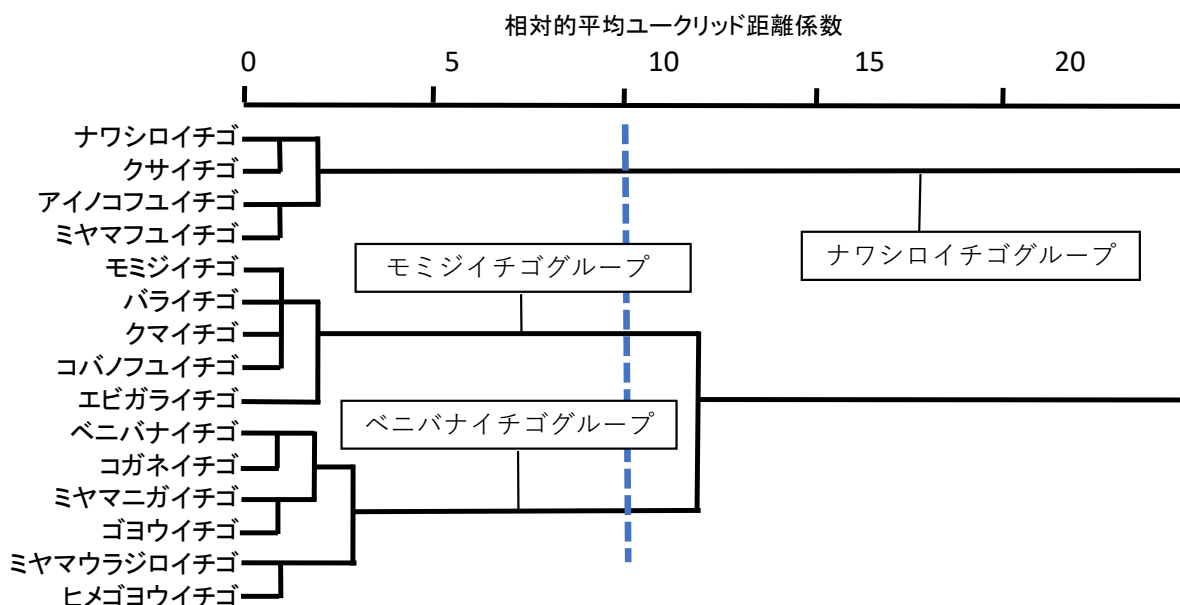


図1 富山県に分布するキイチゴ属植物の分布環境 (標高と気候因子) のクラスター分析 (Ward法) 結果.

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 富山県産キイチゴ属植物の分布概略

富山県産キイチゴ属15分類群が分布するメッシュの共通性について調べた結果を表2に示した. コガネイチゴとベニバナイチゴの共通係数 (0.407) が最も大きく, 分布地の重なりが大きいことを示した. 次いでモミジイチゴとクマイチゴ (共通係数=0.378), モミジイチゴとミヤマフユイチゴ (0.372) の共通係数が大きい値を示した. また, 共通係数が0.3を超える組み合わせは, バライチゴとコバノフユイチゴ (0.316), ミヤマフユイチゴとクサイチゴ (0.314), モミジイチゴとナワシロイチゴ (0.302) で, これらの植物は他の組み合わせより分布に

重なりが大きいことを示している. 共通係数が0となった組み合わせはアイノコフユイチゴ, エビガライチゴ, ヒメゴヨウイチゴ, ミヤマウラジロイチゴ, ミヤマニガイチゴであった. これらは分布の重なりを持つ種が少ないことを示す. 分布地が重なる種間では, 開花期が同じであれば, 自然雑種が形成される可能性がある. アイノコフユイチゴはフユイチゴとミヤマフユイチゴの自然雑種と考えられているが, アイノコフユイチゴとミヤマフユイチゴの共通係数は0.095で大きくはなかった.

キイチゴ属15分類群のメッシュ平年値2020 (気象庁, 2022) の平均値を用いてクラスター分析をした結果を図2に示した. ナワシロイチゴグループ (クサイチゴ, ア

表3 富山県産キイチゴ属植物が分布する3次メッシュの標高、及び2020年メッシュ平年値（気象庁，2022）より算出した主な気候値。

植物名	標高(m)		年平均気温(°C)		年降水量(mm)		最深積雪(cm)		
	平均±SD	(最低-最高)	平均±SD	(最低-最高)	平均±SD	(最低-最高)	平均±SD	(最低-最高)	
アイノコフユイチゴ	117 ± 130	(12 - 407)	a*	12.5 ± 0.7 (10.9 - 13.6)	a	2325 ± 249 (2077 - 2864)	a	63 ± 31 (34 - 131)	a
ナワシロイチゴ	151 ± 199	(1 - 952)	a	12.5 ± 1.2 (7.8 - 14.0)	a	2495 ± 318 (2111 - 3449)	abc	79 ± 34 (37 - 171)	ab
クサイチゴ	204 ± 230	(8 - 1225)	a	12.2 ± 1.4 (6.3 - 14.1)	a	2538 ± 314 (2057 - 3426)	abcd	84 ± 36 (33 - 189)	ab
ミヤマフユイチゴ	220 ± 299	(5 - 1639)	a	12.0 ± 1.7 (4.0 - 13.5)	a	2421 ± 246 (2057 - 3270)	ab	78 ± 34 (33 - 141)	ab
モミジイチゴ	327 ± 341	(3 - 2020)	ab	11.4 ± 2.0 (1.9 - 13.7)	ab	2645 ± 336 (2089 - 3607)	bcdef	100 ± 43 (35 - 224)	bc
エビガライチゴ	507 ± 264	(16 - 1067)	bc	10.3 ± 1.5 (6.9 - 13)	bc	2862 ± 324 (2144 - 3298)	ef	136 ± 43 (46 - 224)	de
バライチゴ	574 ± 353	(20 - 1406)	c	10.0 ± 2.1 (5.0 - 13.5)	c	2636 ± 177 (2073 - 2884)	bcde	119 ± 33 (33 - 191)	cd
クマイチゴ	617 ± 441	(14 - 1639)	c	9.8 ± 2.5 (3.9 - 13.6)	c	2759 ± 309 (2171 - 3449)	def	128 ± 47 (44 - 231)	cd
コバノフユイチゴ	702 ± 292	(16 - 1268)	c	9.3 ± 1.7 (5.7 - 13.2)	c	2695 ± 195 (2149 - 3050)	cdef	133 ± 29 (46 - 189)	d
ミヤマニガイチゴ	1170 ± 413	(226 - 2369)	d	6.7 ± 2.3 (0 - 12.0)	d	2772 ± 228 (2433 - 3260)	def	166 ± 34 (70 - 233)	fg
ミヤマウラジロイチゴ	1675 ± 400	(959 - 2522)	e	3.8 ± 2.1 (-0.8 - 7.6)	e	2667 ± 129 (2380 - 2844)	cdef	140 ± 10 (124 - 161)	def
ゴヨウイチゴ	1872 ± 424	(909 - 2575)	ef	2.8 ± 2.3 (-1.3 - 8.2)	ef	2790 ± 262 (2406 - 3280)	ef	181 ± 27 (134 - 221)	g
ヒメゴヨウイチゴ	1973 ± 425	(1313 - 2628)	f	2.1 ± 2.4 (-1.6 - 5.8)	f	2681 ± 102 (2550 - 2868)	cdef	163 ± 27 (128 - 202)	efg
ベニバナイチゴ	2246 ± 246	(1561 - 2633)	g	0.7 ± 1.4 (-1.5 - 4.5)	g	2891 ± 265 (2362 - 3280)	f	179 ± 30 (110 - 221)	g
コガネイチゴ	2401 ± 194	(2058 - 2715)	g	-0.2 ± 1.1 (-2.1 - 1.8)	g	2873 ± 247 (2446 - 3249)	ef	189 ± 29 (124 - 221)	g

植物名	年平均全天日射量(MJ/cm <sup>2</sup> )		WI**		CI**		日本海指数***		
	平均±SD	(最低-最高)	平均±SD	(最低-最高)	平均±SD	(最低-最高)	平均±SD	(最低-最高)	
アイノコフユイチゴ	12.1 ± 0.2	(11.7 - 12.5)	a	99 ± 6 (86 - 108)	a	-8 ± 3 (-16 - -4)	a	104 ± 6 (94 - 119)	a
ナワシロイチゴ	12.0 ± 0.2	(11.6 - 12.7)	a	99 ± 9 (64 - 113)	a	-9 ± 5 (-31 - -3)	a	104 ± 9 (75 - 120)	a
クサイチゴ	12.1 ± 0.2	(11.6 - 13.1)	a	96 ± 10 (53 - 114)	a	-10 ± 6 (-38 - -5)	a	106 ± 8 (71 - 121)	a
ミヤマフユイチゴ	12.1 ± 0.2	(11.7 - 12.7)	a	95 ± 12 (43 - 108)	a	-11 ± 9 (-55 - -5)	a	102 ± 11 (54 - 120)	a
モミジイチゴ	12.1 ± 0.3	(11.3 - 13.9)	a	91 ± 14 (31 - 108)	ab	-14 ± 10 (-68 - -4)	ab	104 ± 13 (54 - 123)	a
エビガライチゴ	12.1 ± 0.3	(11.5 - 12.7)	a	83 ± 11 (58 - 102)	bc	-19 ± 7 (-36 - -6)	bc	103 ± 14 (70 - 121)	a
バライチゴ	12.3 ± 0.4	(11.6 - 13.2)	ab	80 ± 15 (48 - 107)	c	-20 ± 10 (-48 - -5)	bc	108 ± 12 (78 - 120)	a
クマイチゴ	12.3 ± 0.5	(11.2 - 13.6)	ab	79 ± 18 (41 - 108)	c	-22 ± 13 (-55 - -4)	c	99 ± 18 (50 - 121)	a
コバノフユイチゴ	12.4 ± 0.3	(11.7 - 13.2)	b	75 ± 12 (51 - 104)	c	-24 ± 8 (-42 - -6)	c	96 ± 18 (68 - 121)	a
ミヤマニガイチゴ	12.7 ± 0.6	(11.2 - 14.1)	c	58 ± 14 (24 - 96)	d	-38 ± 14 (-85 - -12)	d	77 ± 20 (49 - 120)	b
ミヤマウラジロイチゴ	12.9 ± 0.7	(11.5 - 14.1)	c	42 ± 11 (21 - 65)	e	-57 ± 15 (-91 - -33)	e	57 ± 5 (52 - 66)	d
ゴヨウイチゴ	13.6 ± 0.7	(12.1 - 14.8)	d	36 ± 12 (19 - 68)	e	-63 ± 16 (-94 - -30)	ef	74 ± 17 (48 - 113)	bc
ヒメゴヨウイチゴ	13.4 ± 0.8	(12.0 - 14.3)	d	33 ± 11 (18 - 53)	ef	-68 ± 17 (-97 - -43)	f	60 ± 6 (50 - 69)	d
ベニバナイチゴ	13.9 ± 0.3	(13.1 - 14.4)	e	26 ± 6 (18 - 46)	fg	-78 ± 11 (-96 - -51)	g	66 ± 18 (46 - 99)	cd
コガネイチゴ	14.2 ± 0.2	(13.7 - 14.7)	e	23 ± 4 (16 - 31)	g	-85 ± 10 (-102 - -69)	g	70 ± 16 (46 - 97)	bc

\*:1つのアルファベットは亜属内で同じ等質サブグループを示し、複数のアルファベットは複数の等質サブグループにまたがることを示す(Duncanの多重比較検定)。  
 \*\*: 吉良(1947)の雨量指数。  
 \*\*\*: 鈴木・鈴木(1971)の指数で、90以上が日本海側気候とされる。

アイノコフユイチゴ、ミヤマフユイチゴを含む)と、モミジイチゴグループ(バライチゴ、クマイチゴ、コバノフユイチゴ、エビガライチゴを含む)、ベニバナイチゴグループ(コガネイチゴ、ミヤマニガイチゴ、ゴヨウイチゴ、ミヤマウラジロイチゴ、ヒメゴヨウイチゴを含む)の3グループに分けられた。

ナワシロイチゴグループは低標高域に分布する分類群のグループで、年降水量が少なく年平均気温も高い地域に分布する。また、日本海指数は90を超える地域に多く分布していた。モミジイチゴグループは標高500 m前後の山地帯に分布し、気候因子は他の2つグループの中間的な値を示した。ベニバナイチゴグループは高標高域に分布する種のグループで、年平均気温が低く、年降水量と最深積雪も多い地域に分布する。また、日本海指数は90以下となる地域に多く分布していた。

### 3.2. キイチゴ属植物の分布地の環境

キイチゴ属15分類群が分布するメッシュの標高と気候

の特徴を示す平年値の平均値±標準偏差(最低-最高)を表3に示した。

キイチゴ属植物は標高1~2,715 mに分布していた。これは、キイチゴ属植物が連続的に、富山県の海岸から北アルプスの稜線域まで分布していることを示す。

分布地の平均標高を比較すると、アイノコフユイチゴが最も低く(117 m)、コガネイチゴが最も高い値(2,401 m)を示した。

標高平均値を多重比較すると、7つの等質サブグループに分けられた。1つは低標高域に分布するアイノコフユイチゴとナワシロイチゴ、クサイチゴ、ミヤマフユイチゴ、モミジイチゴのグループ、2つめは標高300~500 mを中心に分布するモミジイチゴとエビガライチゴのグループ、3つめは標高500~700 mを中心に分布するエビガライチゴとバライチゴ、クマイチゴ、コバノフユイチゴのグループ、4つめは標高1,100 mを中心に分布するミヤマニガイチゴのグループ、5つめは標高1,600~1,800 mを中心に分布するミヤマウラジロイチゴとゴヨウイチ

表 4 Maxentモデルを使って分布に寄与する変数を解析した結果。

植物名	Maxentモデルにおける各変数の寄与率(%)												
	AUC*	標高	年平均気温	年降水量	最深積雪	年日照時間	年平均日射量	WI	CI	JSI	水田面積	森林面積	建物面積
アイノコフユイチゴ	0.950	17.8	0.0	1.4	0.8	0.0	0.0	2.1	0.0	0.4	1.2	<b>33.5</b>	<b>42.8</b>
ナワシロイチゴ	0.857	2.4	0.9	5.2	3.4	2.2	3.0	7.1	7.5	4.4	9.6	10.1	<b>44.1</b>
クサイチゴ	0.876	19.3	0.4	1.8	<b>23.0</b>	3.3	0.3	0.0	1.5	0.2	8.2	<b>40.8</b>	1.4
ミヤマフユイチゴ	0.896	<b>29.3</b>	3.2	7.2	3.6	3.4	0.6	7.0	1.9	1.7	2.3	<b>37.4</b>	2.5
モミジイチゴ	0.826	1.1	0.4	4.5	2.2	5.6	1.2	<b>26.7</b>	2.9	1.3	3.8	<b>47.0</b>	3.3
エビガライチゴ	0.883	10.5	0.0	4.7	4.9	0.2	0.9	<b>31.6</b>	0.8	0.4	8.9	<b>35.8</b>	1.4
バライチゴ	0.918	5.2	0.0	10.9	5.6	<b>28.8</b>	0.0	8.7	1.1	1.9	5.2	<b>27.3</b>	5.3
クマイチゴ	0.818	3.4	2.7	1.6	2.0	3.4	0.9	<b>22.4</b>	0.5	2.3	6.3	<b>46.5</b>	8.0
コバノフユイチゴ	0.935	12.3	0.0	11.0	0.1	1.6	0.9	<b>21.5</b>	<b>30.3</b>	3.0	0.3	15.0	4.1
ミヤマニガイチゴ	0.926	<b>21.4</b>	0.0	0.8	<b>37.6</b>	0.8	0.0	14.7	0.0	7.0	2.7	14.2	0.6
ミヤマウラジロイチゴ	0.988	0.0	<b>20.5</b>	<b>35.2</b>	<b>25.4</b>	0.1	3.4	0.0	3.1	7.6	2.7	1.5	0.5
ゴヨウイチゴ	0.948	<b>67.0</b>	1.6	4.3	4.4	0.0	0.8	1.3	12.3	4.9	0.1	3.4	0.0
ヒメゴヨウイチゴ	0.964	0.0	0.0	2.8	<b>77.9</b>	0.8	5.7	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	8.7	2.7	0.0	0.0
ベニバナイチゴ	0.989	4.6	13.1	1.3	6.9	0.6	1.0	<b>24.4</b>	<b>38.4</b>	6.2	0.0	3.4	0.0
コガネイチゴ	0.987	11.4	1.4	0.8	7.7	0.0	3.1	<b>60.2</b>	10.8	4.2	0.0	0.2	0.1

植物名	好適分布メッシュ数	Maxentモデルにおける各変数の重要度(%)											
		標高	年平均気温	年降水量	最深積雪	年日照時間	年平均日射量	WI	CI	JSI	水田面積	森林面積	建物面積
アイノコフユイチゴ	308	<b>23.1</b>	0.0	0.4	1.3	0.0	0.0	0.0	<b>42.7</b>	0.0	2.9	<b>23.3</b>	6.2
ナワシロイチゴ	640	11.1	19.4	1.7	18.2	2.1	1.1	9.3	0.2	4.9	7.8	13.9	10.4
クサイチゴ	449	4.3	7.5	5.1	1.2	<b>27.9</b>	1.2	0.0	9.9	0.0	14.4	<b>26.7</b>	1.8
ミヤマフユイチゴ	509	1.8	13.0	9.9	5.3	0.0	1.1	17.5	0.0	4.5	1.1	<b>41.8</b>	4.0
モミジイチゴ	977	9.9	2.3	1.1	14.9	5.1	0.7	17.1	0.6	0.5	4.8	<b>39.0</b>	4.0
エビガライチゴ	567	7.0	0.0	0.5	6.2	1.3	12.8	0.0	11.1	1.0	13.0	<b>36.5</b>	10.6
バライチゴ	604	11.7	0.1	10.1	2.7	<b>27.9</b>	0.0	0.0	9.3	0.0	6.2	<b>22.4</b>	9.5
クマイチゴ	1054	14.9	5.7	2.5	2.9	2.2	0.6	<b>20.5</b>	6.8	4.2	9.5	<b>20.4</b>	9.6
コバノフユイチゴ	558	7.4	0.0	6.7	1.3	3.8	3.9	<b>26.9</b>	<b>34.2</b>	4.7	0.3	7.3	3.4
ミヤマニガイチゴ	362	0.0	0.0	2.2	12.3	9.6	0.0	14.9	0.4	5.7	<b>39.6</b>	14.5	0.7
ミヤマウラジロイチゴ	137	0.0	0.0	<b>20.4</b>	<b>58.1</b>	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	12.7	2.2	0.0
ゴヨウイチゴ	360	<b>33.5</b>	14.8	12.6	5.7	0.0	9.2	0.0	8.9	4.8	0.0	10.5	0.0
ヒメゴヨウイチゴ	200	0.0	0.0	5.3	<b>94.3</b>	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ベニバナイチゴ	113	<b>27.0</b>	<b>42.9</b>	8.4	1.2	0.0	0.5	10.1	0.0	2.1	0.0	7.8	0.0
コガネイチゴ	130	0.0	0.0	0.9	1.5	0.0	0.0	<b>96.2</b>	0.0	1.0	0.0	0.4	0.1

\*:ROC曲線の下側の面積のことで、1に近いほど良いモデルとなる。  
太文字の変数は20%以上。

ゴのグループ、6つめは標高1,800~1,900 mを中心に分布するゴヨウイチゴとヒメゴヨウイチゴのグループ、7つめは標高2,200~2,400 mを中心に分布するベニバナイチゴとコガネイチゴのグループであった。

分布標高の変動係数が20%以下の種はコガネイチゴ(8%)とベニバナイチゴ(11%)で、これらの2分類群が分布する標高の範囲が狭いことを示す。

年平均気温を比較すると、最も低いメッシュ(-2.1℃)に分布するのはコガネイチゴで、最も高いメッシュ(14.1℃)に分布するのはクサイチゴであった。年平均気温の平均値は、コガネイチゴが最も低く(-0.2℃)、アイノコフユイチゴとナワシロイチゴが最も高い値(12.5℃)を示した。年平均気温の平均値を多重比較すると、標高の場合と全く同じ7つの等質サブグループに分けられた。

年降水量を比較すると、最も少ないメッシュ(2,057 mm)に分布するのはクサイチゴとミヤマフユイチゴで、最も多いメッシュ(3,449 mm)に分布するのはナワシロイチゴとクマイチゴであった。分布するメッシュの

年降水量の平均値が最も少ない分類群はアイノコフユイチゴ(2,325 mm)で、最も多い分類群はベニバナイチゴ(2,891 mm)であった。年降水量の平均値を多重比較すると、6つの等質サブグループに分けられた。年降水量の少ないグループはアイノコフユイチゴグループ(ナワシロイチゴ、クサイチゴ、ミヤマフユイチゴを含む)で、降水量が最も多いグループはアイノコフユイチゴグループ以外の11分類群であった。

最深積雪を比較すると、最も多いメッシュ(233 cm)に分布していたのはミヤマニガイチゴで、最も少ないメッシュ(33 cm)に分布していたのはクサイチゴとバライチゴであった。分布するメッシュの最深積雪の平均値が最も小さい種はアイノコフユイチゴ(59 cm)で、最も大きい種はコガネイチゴ(189 cm)であった。最深積雪の平均値

について多重比較を行うと、年降水量とよく似た7つの等質サブグループに分けられた。最深積雪が最も少ないのはアイノコフユイチゴグループ(ナワシロイチゴ、クサイチゴ、ミヤマフユイチゴを含む)で、最深積雪が最も多いのはミヤマニガイチゴグループ(ゴヨウイチゴ、ヒメゴヨウイチゴ、ベニバナイチゴ、コガネイチゴを含む)であった。

年平均全天日射量を比較すると、最も大きい値を示したメッシュ(14.8 MJ/cm<sup>2</sup>)に分布していた分類群はゴヨウイチゴで、最も小さい値のメッシュ(11.2 MJ/cm<sup>2</sup>)に分布していた分類群はクマイチゴとミヤマニガイチゴであった。年平均全天日射量の平均値について多重比較を行うと、標高とよく似た5つの等質サブグループに分けられた。

WI(暖かさの指数)を比較すると、最大値(114)を示した分類群はクサイチゴで、最小値(16)を示した分類群はコガネイチゴであった。WIについて多重比較を行うと、標高の場合とよく似た7つの等質サブグループに分けられた。

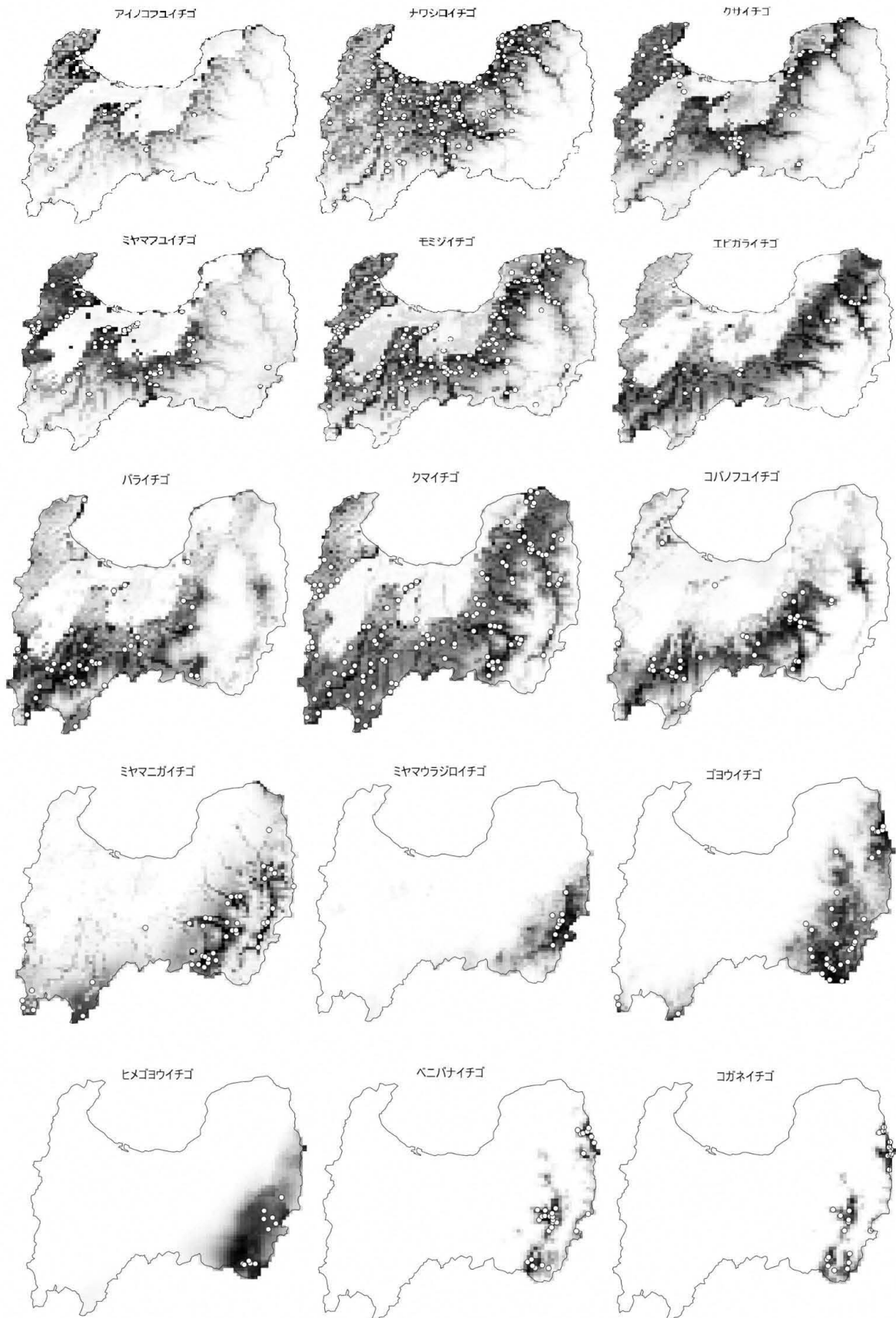


図2 Maxentモデルを用いて、推定した分布可能域と今回解析に用いた分布情報（白抜き○）分布確率は色が濃いほど確率が高いことを示している。

富山県における群系の垂直分布（佐藤，2007）との関係を見ると，照葉樹林帯（ $WI > 85$ ）に70%以上分布していた分類群はアイノコフユイチゴ，ナワシロイチゴとクサイチゴ，ミヤマフユイチゴ，モミジイチゴであった。

夏緑樹林帯（ $85 \geq WI > 45$ ）に多く分布する分類群はエビガライチゴ（52%）とクマイチゴ（58%），バライチゴ（66%），コバノフユイチゴ（89%），ミヤマニガイチゴ（82%）であった。亜高山針葉樹林帯（ $45 \geq WI > 15$ ）に多く分布する分類群は，ミヤマウラジロイチゴ（60%）とゴヨウイチゴ（69%），ヒメゴヨウイチゴ（82%），ベニバナイチゴ（97%），コガネイチゴ（100%）であった。

CI（寒さの指数）比較すると，最大値（-3）を示したのはナワシロイチゴで，最小値（-102）を示したのはコガネイチゴであった。CIについて多重比較を行うと，標高の場合とよく似た7つの等質サブグループに分けられた。

JSI（日本海指数）の平均値で，最大値（106）を示したのはクサイチゴで，最小値（46）はヒメゴヨウイチゴであった。分布メッシュの内，JSIが90以上（日本側気候）のメッシュの割合が90%以上の分類群は，アイノコフユイチゴ，ナワシロイチゴ，クサイチゴ，ミヤマフユイチゴであった。これらの分類群は，日本海側気候を示すメッシュにほとんどが分布していることを示す。また，JSIが90以上のメッシュの割合が60~89%の種は，モミジイチゴとエビガライチゴ，バライチゴ，クマイチゴであった。JSIが90未満のメッシュ（日本海側気候ではなく，内陸的気候）に分布する分類群は，ミヤマキンバイとウラジロキンバイであった。JSIについて多重比較を行うと，4つの等質サブグループに分けられた。JSIが最も大きいのはアイノコフユイチゴグループ（ナワシロイチゴ，クサイチゴ，ミヤマフユイチゴ，モミジイチゴ，エビガライチゴ，バライチゴ，クマイチゴ，コバノフユイチゴを含む）で，日本海側気候に分布していることを示す。JSIが最も小さいのはヒメゴヨウイチゴグループ（ベニバナイチゴとコガネイチゴを含む）で，内陸的気候を示すメッシュに分布していることを示す。

富山県に分布するキイチゴ属植物の分布環境は，年平均気温や年降水量，最深積雪，JSIなどで特徴づけることができたが，アイノコフユイチゴとナワシロイチゴ，クサイチゴ，ミヤマフユイチゴの4分類群の間については今回用いた気候因子だけでは有意な違いを見つけることができなかった。また，コガネイチゴとベニバナイチゴでも有意な違いを見つけることはできなかった。

### 3.3. キイチゴ属植物の好適分布地の推定

Maxentモデルを用いて解析を行った結果を表4と図2

（今回用いた分布情報を含む）に示した。

キイチゴ属の15分類群の好適分布域を推定するために用いたMaxentモデルのAUC（縦軸に感度，横軸に偽陽性率をプロットして描いた曲線の下側の領域の面積で0.5から1の間の値をとる）の値は，15分類群すべて0.8以上であったことから，推定は良好であったことを示す。

Maxentモデルにおける寄与率を用いて，どの環境変数が分布に影響を与えているかを推定すると，森林面積はアイノコフユイチゴ，クサイチゴ，ミヤマフユイチゴ，モミジイチゴ，エビガライチゴ，バライチゴ，クマイチゴにとって，WIはモミジイチゴ，エビガライチゴ，クマイチゴ，コバノフユイチゴ，ベニバナイチゴ，コガネイチゴにとって重要であると推定された。このことは多くのキイチゴ属植物にとって，森林面積とWIが分布に影響を与える重要な環境因子となることが示唆された。最深積雪はクサイチゴとミヤマニガイチゴ，ミヤマウラジロイチゴ，ヒメゴヨウイチゴにとって，標高はミヤマフユイチゴとミヤマニガイチゴ，ゴヨウイチゴにとって，CIはコバノフユイチゴとベニバナイチゴにとって，建物面積はアイノコフユイチゴとナワシロイチゴにとって重要であると推定された。ミヤマウラジロイチゴにとっては最深積雪に加えて，年平均気温と年降水量が，バライチゴにとっては森林面積に加えて年日照時間が，それぞれ分布に影響を与える重要な環境因子であることが示唆された。最深積雪が分布に影響していると推定された分類群はヒメゴヨウイチゴであった。今回用いた環境変数で，寄与率が10%に満たないものは，年平均日射量とJSI，水田面積であった。

Maxentモデルで推定された富山県における好適分布域を図2に示した。メッシュの濃淡が濃いところほど分布確率が高い好適分布域と推定される。Maxentモデルで推定された閾値（分布する確率）を用いて，好適分布メッシュの数を求めると，クマイチゴのメッシュ数が最も多く1054個，次いで多いのはモミジイチゴの977個であった。富山県ではクマイチゴとモミジイチゴは最もよく見られるキイチゴ属植物であることから，この2分類群の好適分布域が富山県の面積の約1/4を占めると推定されたことは妥当であると考えられた。ナワシロイチゴは平野部と河川沿いに好適分布域（640メッシュ）が推定され，モミジイチゴに次いで広い面積であった。バライチゴは県の南から南西地域に好適分布域（604メッシュ）が推定された。エビガライチゴは河川の中流域に好適分布域（567メッシュ）が推定された。ベニバナイチゴの好適分布域（113メッシュ）は最も狭く，北アルプスの高山帯に推定された。

## 4. 謝辞

Maxentモデルによる解析方法について、ご教示いただいた富山大学理学部生物学科山崎裕治博士に心より感謝申し上げます。

## 5. 引用文献

- Abdelaal, M., Fois, M., Fenu, G. and Bacchetta G., 2019. Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. In Egypt. *Ecological informatics* 50: 68-75.
- 阿部聖哉, 2017. 自然環境保全基礎調査データを用いた種分布モデルの計画段階環境配慮書への適用可能性—トウキョウサンショウウオを対象としたケーススタディー—. *環境アセスメント学会誌* 15(2): 60-70.
- Elith J., Graham CH., Anderson RP., Dudik M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans RJ., Huettman F., Leathwick JR., Lehmann A., Li J., Lohmann L., Loiselle BA., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., Overton JM., Peterson AT., Phillips S., Richardson K., Schachetti-Pereira R., Schapire RE., Soberón J., Williams SE., Wisz M., Zimmermann NE., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudik, M., Chee, Y.E. and Ytes, C.J., 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
- 福谷愉海・岩田朋文, 2022. 富山県におけるアオドウガネとヤマトアオドウガネの生息状況および分布可能域の比較. 富山市科学博物館研究報告 (46): 27-36.
- 乾隆帝・赤松良久・後藤益滋・小室隆・河野誉仁・山原康嗣・浜田大輔・谷本茂, 2018. 環境DNAを用いた山口県内2級河川におけるオオカナダモの分布状況と生息適地の把握. *河川技術論文集* 第24巻: 303-308.
- 石濱史子, 2017. 標本情報等の分布推定への活用と実際: バイアスの除去から精度評価まで. *保全生態学研究* 22: 21-40.
- 岩崎貴也・阪口翔太・横山良太・高見泰興・大澤剛士・池田紘士・陶山佳久, 2014. 生物地理学とその関連分野における地理情報システム技術の基礎と応用. *日本生態学会誌* 64: 183-199.
- 角谷拓, 2010. 広域スケールでの生物空間分布解析法 鷲谷いずみ・宮戸直・西廣淳・角谷拓(編) 保全生態学の技法, pp. 129-155. 東京大学出版会.
- 吉良竜夫, 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.
- 気象庁, 2022. メッシュ平年値2020. 一般財団法人気象業務支援センター.
- 北村四郎・村田源, 1961. キイチゴ属. 原色日本植物図鑑草本編(中), 126p. 保育社.
- 北村四郎・村田源, 1979. キイチゴ属. 原色日本植物図鑑木本編(Ⅱ), pp.59-82. 保育社.
- 草野保, 2016. 種分布モデリングによるトウキョウサンショウウオの好適生息環境の予測. *爬虫両棲類学会報* 2016(2): 135-146.
- Mabberley, D.J. 1997. *Rubus in The Plant-Book*, 626p. Cambridge.
- 初山泰一, 1982. キイチゴ属. 佐竹義輔他(編)日本の野生植物Ⅱ, pp. 175-176. 平凡社.
- 初山泰一, 1989. キイチゴ属. 佐竹義輔他(編)日本の野生植物木本Ⅰ, pp. 204-215. 平凡社.
- 邑田仁・米倉浩司, 2012. 日本維管束植物目録, pp. 119-121. 北隆館.
- 鳴橋直弘・長谷川匡弘, 2020. バラ科キイチゴ属標本目録, 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録第51集, 58p. 大阪市立自然史博物館.
- 岡久雄二・岡久佳奈・小田谷嘉弥, 2019. ライトセンサスとMaximum Entropy Modelによる佐渡島におけるヤマシギ*Solopax rusticola*の越冬分布推定. *日本鳥学会誌* 68(2): 307-315.
- 大田弘・小路登一・長井眞隆, 1983. 富山県植物誌, 430p. 廣文堂.
- Phillips, S.J, Anderson R.P., and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Phillips, S.J, Anderson R.P., Dudik, M., Schapire, R.E., and Blair, M.E., 2017. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography* 40: 887-893.
- Préau, P., Trochet, A., Bertrand, R. and Isselin-Nondedeu, F., 2017. Modeling Potential Distributions of Three European Amphibian Species Comparing ENFA and MaxEnt. *Herpetological Conservation and Biology* 13(1): 91-104.
- 佐藤卓, 2007. 日本海側の植物と気候, 56p. 日本海学研究叢書, 富山県・日本海学推進機構.
- 佐藤卓・太田道人, 2018. 富山県産裸子植物の分布の特徴. 富山市科学博物館研究報告(42): 25-34.



- 佐藤卓・太田道人, 2019. 富山県に自然分布するモチノキ科植物の分布の特徴. 富山市科学博物館研究報告 (43): 15-21.
- 佐藤卓・太田道人, 2020. 富山県に自然分布するナナカマド属とアズキナシ属植物の分布の特徴. 富山市科学博物館研究報告 (44): 1-8.
- 佐藤卓・太田道人, 2021. 富山県に自然分布するイチリンソウ属植物の分布の特徴. 富山市科学博物館研究報告 (45): 1-7.
- 佐藤卓・太田道人, 2022. 富山県に自然分布するキジムシロ属植物の分布の特徴. 富山市科学博物館研究報告 (46): 9-17.
- 鈴木時夫・鈴木和子, 1971. 日本海指数と瀬戸内指数. 日本生態学会誌 20: 252-255.
- Sørensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter / Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5: 1-34.
- 富山県植物誌改訂編集委員会, 2021. 富山県植物誌改訂版編集のための維管束植物チェックリスト, 57p.
- 山崎裕治・伊藤隼, 2022. 富山県における特定外来生物アライグマの出現予測. 富山の生物 61: 95-100.

付表 今回の調査で分布情報として引用した文献一覧。

著者	発行年	文献・論文名	雑誌名・発行所
長井真隆	1964	吉城寺湿生植物群	くろべ植物友の会誌1:23-26.
黒崎史平・里見信生	1968	富山県大岩川流域の植物地理学的研究	金沢大学理学部附属植物園年報1:14-43.
石岡真知子	1974	井口丸山の植物相	金沢大学理学部生物学科卒業論文(謄写刷)
フィールド研究会	1976	富山県海浜植物	フィールド研究会会報2:47-54.
安井一朗	1976	富山県南部山地白木峰の植生	フィールド研究会会報2:1-23.
稲田哲夫・小路登一	1976	日の宮神社の社寺林	フィールド研究会会報2:32-35.
小路登一	1978	越中朝日岳・長褥山方面の植物	フィールド研究会会報3:1-21.
小路登一・安井一朗	1978	富山県の帰化植物(2)	フィールド研究会会報5:1-12.
環境庁編	1979	第2回自然環境保全基礎調査特定植物群落調査報告書 日本の重要な植物群落北陸版	大蔵省印刷局
小路登一	1979	高山植生研修会報告	フィールド研究会会報5:13-20.
フィールド研究会	1980	富山県の帰化植物(3)	フィールド研究会会報6:25-32.
安井一朗・小路登一	1980	続・白馬岳の植物	フィールド研究会会報6:9-19.
大田弘	1980	立山カルデラ地域自然環境調査報告書Ⅱ植生	富山県
富山県生活環境部自然保護課	1980	呉羽丘陵自然環境調査報告書(城山)	富山県
富山市都市開発部公園緑地課	1982	呉羽丘陵自然環境調査報告書(呉羽山)	富山市
大田弘・小路登一・長井真隆	1983	富山県植物誌	廣文堂
大田弘他	1984	自然環境保全地域候補地現地調査報告書(Ⅰ)(昭和47年～昭和51年)	富山県
野外教材研究委員会	1984	富山新港周辺造成地の植生	生物部会報(昭和58年度)
大田弘	1985	越中・野山の植物Ⅰ	富山県植物友の会誌26:1-12.
大田弘他	1985	自然環境保全地域候補地現地調査報告書(Ⅱ)(昭和52年～昭和55年)	富山県
大田弘	1986	越中・野山の植物Ⅱ	富山県植物友の会誌27:1-10.
米山競一	1986	中秋の大笠山をゆく	石川植物の会誌17:10-13.
太田道人	1987	富山市科学文化センター収蔵資料目録第1号 進野久五郎植物コレクション	富山市科学文化センター
大田弘	1987	越中・野山の植物Ⅲ	富山県植物友の会誌28:1-9.
大田弘他	1987	自然環境保全地域候補地現地調査報告書(Ⅲ)(昭和56年～昭和58年)	富山県
環境庁編	1988	第3回自然環境保全基礎調査特定植物群落調査報告書(追加調査)日本の重要な植物群落Ⅱ北陸版	大蔵省印刷局
泉治夫	1988	有機高校に生育する雑草	
大田弘	1988	越中・野山の植物Ⅳ	富山県植物友の会誌29:1-11.
大田弘	1988	歙嶺山の植物	富山県植物友の会誌29:9-12.
長井真隆 他	1991	富山大学自然観察実習センターB地区植物目録	富山大学教育学部
富山青年会議所自然環境委員会	1991	自然・その開発と保護の未来	富山市ファミリーパーク
野外教材研究委員会長井幸雄	1992	庄川河川敷産の植物目録	生物部会報別刷(平成3年度):23-29.
長井真隆・渡辺信・田中晋	1993	蛇ヶ島の高等植物目録	富山の生物32:10-17.
太田道人	1994	富山市呉羽丘陵自然環境調査報告	富山市科学文化センター
太田道人	1994	鴨川地区鴨川排水路生態系調査報告書	富山県高岡農地林務事務所
大田弘・佐藤卓・小路登一	1994	立山カルデラ自然環境基礎調査報告書 立山カルデラの植物	富山県
富山県河川植生研究会	1994	河川水辺の国勢調査平成5年度 常願寺川水系(常願寺川)植物調査報告書	建設省富山工事事務所
野外教材研究委員会金子靖志	1994	大日岳周辺植生調査	生物部会報17:30-34.
野外教材研究委員会野口泉	1994	薬師岳周辺の植生について	生物部会報17:22-29.
太田道人	1995	富山県新記録の植物(Ⅸ)	富山市科学文化センター研究報告18:53-55.
太田道人	1995	富山市科学文化センター収蔵資料目録第8号 大田弘植物コレクション	富山市科学文化センター
富山県河川植生研究会	1995	河川水辺の国勢調査平成6年度 庄川水系(庄川)植物調査報告書	建設省富山工事事務所
長井幸雄	1996	田中忠次氏採集の植物標本	富山の生物35:37-44.
富山県河川植生研究会	1996	河川水辺の国勢調査平成7年度 黒部川水系植物調査報告書	建設省富山工事事務所
高島利男	1997	フィールド及び周辺動植物・菌類一覧	
小路登一・本瀬靖雄・盛田親義 他	1997	黒部川扇状地右岸段丘崖(はば)の植物(2.3)	黒部川扇状地21.22.
土肥行雄	1998	改訂 立山の花	立山の花グループ
堀与治	2001	砺波地方の植物(分布・教材化).再版.	自費出版
吉田めぐみ・高橋一臣・加藤治好	2002	立山室堂平周辺植物調査報告書1999-2000/立山室堂平の維管束植物相	立山センター実績第1号
立山連峰の自然を守る会編	2002	奥黒部自然総合学術調査報告書/奥黒部読売新道の植物相	読売新聞北陸支社
長井幸雄	2004	富山県植物誌(8)南保富士の植物相の概況	生物部会報27号:9-13.
長井幸雄	2005	富山県植物誌(9)城ヶ平山の植物相の概況	富山の生物44:45-54.
太田道人・山城富美子	2009	資料 都市河川いたち川の護岸上に生育する植物リスト2	富山市科学博物館研究報告32:135-141.
長井幸雄	2010	富山県植物誌(14)負釣山の植物相の概況	富山の生物49:79-92.
山下寿之	2012	縄ヶ池の植生	富山県中央植物園研究報告17:31-41.
東京建設コンサルタント	2017	立山温泉地域地熱資源開発事前環境調査業務委託 植物調査結果概要報告	富山県企業局
藤田将人・吉岡翼・太田道人	2017	富山市山岳域自然調査報告(2016)	富山市科学博物館研究報告41:59-63.
藤田将人・吉岡翼・岩田朋文・太田道人	2018	富山市山岳域自然調査報告(2017)	富山市科学博物館研究報告42:61-64.
水管理・国土保全局 水情報国土データ管理センター	2022	河川水辺の国勢調査 河川環境データベース http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/(2022年12月25日閲覧)	国土交通省
藤田将人・増淵佳子・岩田朋文・太田道人	2019	富山市山岳域自然調査報告(2018)	富山市科学博物館研究報告43:53-58.
吉田めぐみ・高橋一臣	2020	富山県立山稜線部の維管束植物 flora 調査	富山県中央植物園研究報告25:37-48.
株式会社国土開発センター	2022	令和3年度黒部川流域水辺現地調査(両生類・爬虫類等)他業務 砂防環境調査調査結果報告	国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所
長井幸雄	2022	射水市野手の植物相の概況	富山の生物61:68-74.