

八ヶ岳高山帯におけるイワベンケイおよびタカネツメクサの温度環境

名取 陽 (富士見高等学校)

Yo Natori : Temperature Environment of Alpine Plants, *Sedum rosea* (L.) Scop. and *Arenaria arctica* var. *hondoensis* (Ohwi) Hara in Mt. Yatsugatake

はじめに

光・温度・水分など、厳しい環境条件の下で生育している高山植物は、環境によく適応した形態を発達させて生活していることが知られている。

高山植物の生態を、適応形態に注目して観察することは、興味深いことである。

イワベンケイ、タカネツメクサは、ともに本州中部の高山帯の岩礫地に生育していて、

他の植物が生育できない砂礫地に、みごとなクッションを形成している。

高山植物の、低温に対する適応形態はよく知られているが、本州中部の高山の砂礫地では、夏季の強い日射により高温や乾燥が著しく、そこに生育する植物は、それに対抗できる形態を発達させている。

それは、イワベンケイでは、葉の多肉化と株のクッション化であり、タカネツメクサでは、針状の葉と、それを密生させたクッション化であると考えられる。

これらの植物の温度環境を測定し、その適応について検討を試みた。

調査地と調査方法

八ヶ岳・赤岳山頂竜頭峰の南面の砂礫地(標高約2850m)にクッションを形成して生育している、イワベンケイ及びタカネツメクサについて、2001年7月及び8月の晴天時に、気温(地上1mおよび10cm)・地表温度・クッション中央部の葉温を測定し記録した。

測定器具は、銅コンスタンタン熱電対センサー(約0.5mm)により、6ヶ所同時測定・記録可能な、データコレクター(安立計器製M-7001)を使用した。

期間はイワベンケイについては2001年7月29～30日。タカネツメクサについては2001年8月15～16日で、天候は晴天であった。なお比較のため、近くに生育していたタカネヒゴタイ(非クッション形態)の葉温も同時に測定した。



写真1. 竜頭峰と調査地全景



写真2. 調査場所の砂礫地とクッション植生



写真3. イワベンケイのクッション

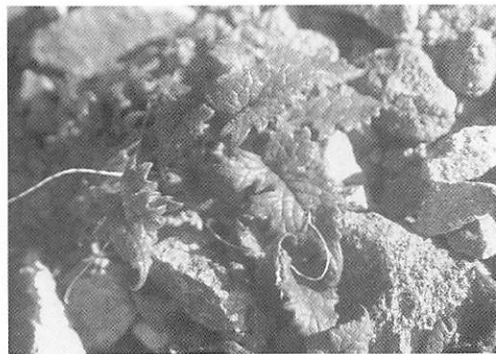


写真7. 測定中のタカネヒゴタイ

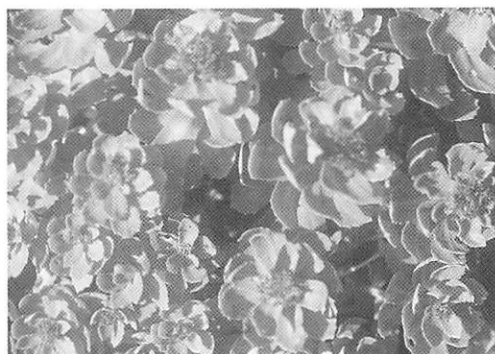


写真4. 測定中のイワベンケイ



写真5. タカネツメクサのクッション

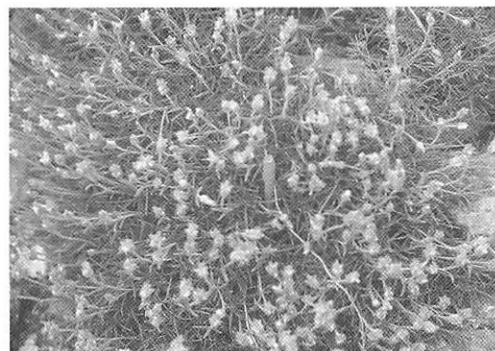


写真6. 測定中のタカネツメクサ

結果

測定結果は以下のとおりであった。

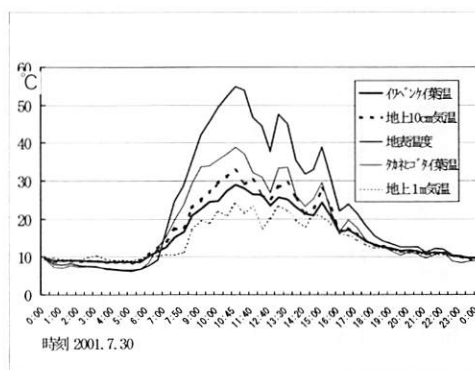


図1 イワベンケイの温度環境 (全日)

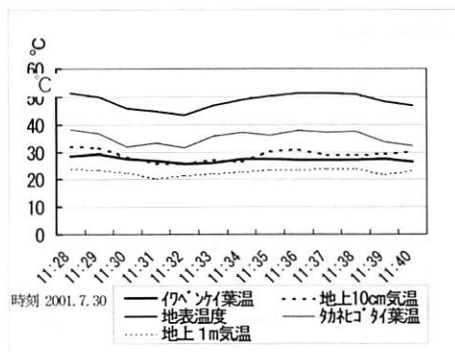


図2 イワベンケイの葉温 (昼間)

表1 イワベンケイの温度環境

時刻(7月 29日)	イワベンケイ 葉温℃	地上10cm 気温℃	地表温 度℃	幼葉コナ 葉温℃	地上1m 気温℃
0:00	9.7	9.7	9.9	9.5	9.6
0:30	9	8.8	8	7.4	9.8
1:00	9.1	9	7.8	7.2	9.5
1:30	9	9	8.2	7.6	9.4
2:00	9	8.9	7.6	7.4	9.3
2:30	8.8	9	7.5	7.5	10.1
3:00	8.9	9.1	7.4	7.5	10.5
3:30	8.7	8.6	7	6.7	9.4
4:00	8.6	8.6	6.8	6.5	9.3
4:30	8.6	8.9	6.6	6.3	9.3
5:00	8.6	8.5	6.6	6.2	9.1
5:30	8.6	8.7	6.8	6.7	9.7
6:00	10.3	10.5	7.7	8.4	10.2
6:30	11.5	12.3	9.2	12.6	10.4
7:00	12.6	14.2	17	15.3	10.6
7:30	15.2	17.3	24.6	19.8	10.7
7:50	16.5	17.7	28.9	23.6	11.3
8:20	21	22.9	35.4	29.5	17.4
9:00	22.6	24.8	42.3	33.7	19.7
9:30	24.4	27.2	45.6	33.9	19
10:00	24.7	29.3	49.3	35.6	22.1
10:30	27.5	31.1	52.4	37.1	20.9
10:45	29	32.7	54.8	38.9	24.3
11:15	28	29.3	53.8	37.1	21.6
11:40	26.5	30.2	46.7	32.2	23.2
12:10	26.2	26.2	44.5	30.9	17.3
12:40	23.4	25.3	37.6	26.8	20.1
13:00	25.6	28.5	47.6	33.3	23.5
13:30	25	29.5	45	33.5	22.4
13:50	23.1	25	35.3	26.1	19.7
14:20	21.4	21.4	31.7	23.3	18
14:50	20.9	22.8	33	25.3	21.4
15:00	24.2	27.8	38.9	29.6	20.8
15:30	20.5	22.7	30.3	21.8	18.7
16:00	16.6	16.8	22.1	16.8	16.2
16:30	17.1	17.8	23.8	19.8	15.7
17:00	15.7	16.2	21.6	17.8	14.6
17:30	14.3	14.5	18.3	14.7	13.4
18:00	13.2	13.5	15.5	12.8	12.5
18:30	12.6	13	14.2	12.7	12.4
19:00	12.3	12.4	13.5	11.5	12.1
19:30	11.7	11.6	12.7	10.5	11.2
20:00	11.8	11.7	12.6	11.5	11
20:30	11.5	11.5	12.6	10.6	11.1
21:00	10.9	10.9	11.3	9.6	10.6
21:30	11.2	11	12.2	10.6	10.6
22:00	11.1	11.2	12.1	11.3	10.7
22:30	10.2	10.4	10.5	8.8	10.4
23:00	10	10.1	10.2	8.4	10.4
23:30	9.7	9.7	9.7	8.8	9.9
0:00	9.7	9.8	9.7	9.1	10

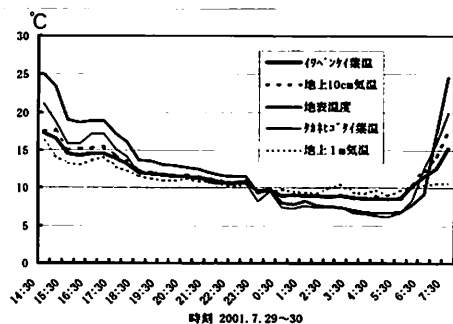


図3 イワベンケイの温度環境 (夜間)

表2 タカネツメクサの温度環境

時刻8/15 ~16	タカネツメクサ 葉温℃	地上10cm 気温℃	地表温 度℃	地上1m 気温℃
17:00	13.6	14.6	15.8	12.8
17:30	13.5	14.2	15	12.3
18:00	11.3	11.1	12.2	12.2
18:30	10.2	10.3	10.9	11.3
19:00	10.5	10.2	10.3	10.9
19:30	10.7	10.2	10.4	11
20:00	9.6	9.4	9.6	10.8
20:30	10.3	9.9	9.7	11.3
21:00	9.4	9	8.9	10.8
21:30	9.7	9.1	8.9	10.5
22:00	9.8	9.5	9.2	10.3
22:30	10.8	10.7	10.5	10.6
23:00	9.6	9.4	9.2	10.1
23:30	10.3	10.1	10	10.3
0:00	10.4	10.3	10.3	10.4
0:30	10.5	10.5	10.4	10.5
1:00	10.3	10.2	10.3	10.3
1:30	9.9	9.7	9.7	10
2:00	9.4	8.8	8.8	9.6
2:30	8.8	8.3	8	9.5
3:00	9.9	9.8	9.4	10
3:30	10.4	10.2	9.9	10.2
4:00	10.1	9.7	9.6	10
4:30	9.8	9.7	9.5	9.9
5:00	8.6	8.1	8.1	9
5:30	8.6	8.2	7.8	9.3
6:00	11.7	12.6	11.8	12.3
6:30	13.2	14.8	15.9	13
7:00	14.3	16.9	18.9	13.5
7:30	15.3	21.7	22.2	14.2
8:00	18	24.3	25.8	14
8:30	19.4	25.4	27.7	14.6
9:00	21.1	27.9	31.8	18
9:30	21.9	29.9	34.6	17.5
10:00	22.3	32.3	37.5	17.1
10:30	22.8	32	38.6	17.8
11:00	22	33.4	41	17.5
11:30	23.6	35.1	44.6	18.8
12:00	21	28.4	40.4	18.2
12:30	21.9	33.9	45.2	17.9
13:00	20.2	28.1	41.7	17.2
13:30	19.4	30.2	43.1	16.6
14:00	17	22.2	31.3	16.2
14:30	17.8	25.2	35.7	16.2
15:00	15.8	20.3	28.8	17.2
15:30	14.8	18.9	26.3	14.7
16:00	13.4	16.6	21.8	15
16:30	12.3	15	19.2	13.1
17:00	11.9	14.3	13.4	15.1

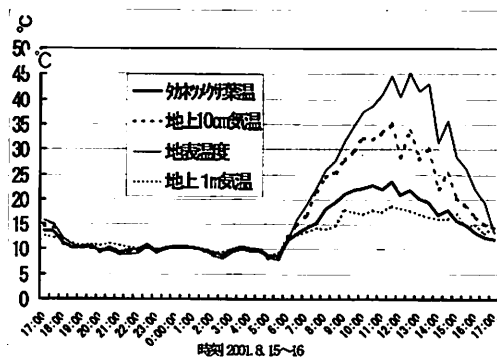


図4 タカネツメクサの温度環境 (全日)

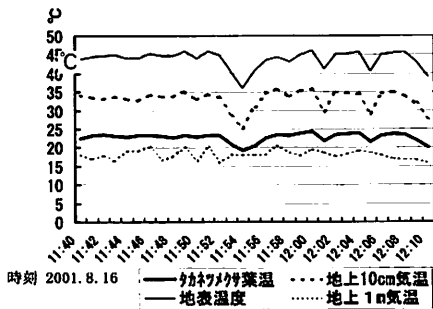


図5 タカネツメクサの温度環境 (昼間)

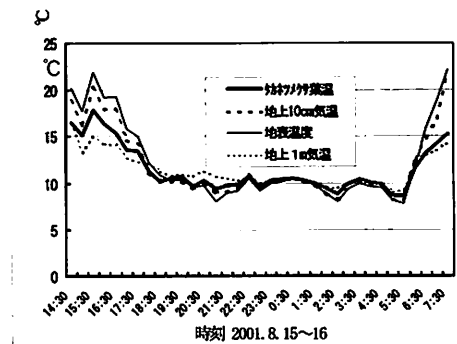


図6 タカネツメクサの温度環境 (夜間)

考 察

1 イワベンケイの温度環境

ハヶ岳山頂近くの砂礫地(写真1・2)では、夏季晴天時においては、表1・図1に示されるように、気温(地上1m)は、昼間約20℃前後、夜間約10℃前後で変化も少なく温和である。しかし、植物が生育する地表付近においては、高山の強い直射日光により、地表温度は昼間最高54.8℃に達し、夜間は6.6℃まで低下する。地上10cmの気温も、地表の輻射熱により、昼間最高32.7℃から夜間最低8.5℃まで変化し、昼夜の温度較差は非常に大きい。また裸地で高温であることは地表の乾燥も著しく、ここで生育する植物には非常に厳しい環境であると考えられる。

しかし、この砂礫地で多肉化した葉を持ちクッションを形成して生育する、イワベンケイ(写真3・4)においては、葉温は日中最高27.5℃、夜間最低8.6℃であり、昼夜の温度較差は小さく、生育環境としては良好であると考えられる。

クッションを形成せず、葉も多肉化していないタカネヒゴタイ(写真7)においては、地表の条件が直接影響して、その葉温は、昼間最高38.9℃、夜間最低6.2℃であり、昼夜の温度較差は非常に大きく、生育条件としては厳しい環境であると考えられる。そのためタカネヒゴタイは、砂礫地では良好な生育が見られない。また葉温を測定した個体の生育状況も不良であった。

また注目すべきことは、気温(地上1.0m)とイワベンケイの葉温とを比較すると、日中(9:00~15:00)の気温は約20℃~24℃で比較的低温であるのに比して、葉温は常にそれを上回り22℃~29℃で約2℃~5℃高いことである。高山帯の植物は一般的に冷涼な温度環境の下で生育していると思われるが、砂礫地のイワベンケイにおいては、気温より高く、かつ地表温度よりは低い適切な温度環境の下で生育していることが分かった。

直射日光が最強となる、正午近くの時刻(11:28~11:40)では、イワベンケイの葉温は、50℃にも達する地表温度より、約20℃も低い30℃以下である。この12分間の葉温の変化は、29.0℃~25.7℃の3.3℃であり、地上10cm気温25.7℃~32℃の6.3℃およびタカネヒゴタイ葉温38.0℃~31.4℃の6.6℃と比較して非常に少ないことが分かる。(図2)

夜間においては、日の出前(5:00)、放射冷却により地表温度が6.6℃、タカネヒゴタイの葉温が6.2℃まで低下するのに比して、イワベンケイの葉温は8.6℃までで、低下は少ない。日没(17:00)から日の出前(5:30)の間の温度変化が、地表温度で18.9~6.8℃の12.1℃、タカネヒゴタイ葉温で17.2℃~6.7℃の10.5℃であるのに対して、イワベンケイ葉温では14.5℃~8.6℃の5.9℃であり変化は少ない。(図3)

夏季の高山の砂礫地は、強い直射日光によ

り、温度や湿度の変化が非常に大きく、植物の生育には厳しい環境であるが、イワベンケイは、クッションを形成して、多肉化した葉に水分を蓄え、厳しい外部環境によく適応していることが分かった。

また、イワベンケイは、夜間のCO₂固定速度の大きいCAM植物であることが知られており、光合成機能の点からも、クッション化と葉の多肉化は、高山の砂礫地で生育する上での重要な適応形態であると考えられる。

2 タカネツメクサの温度環境

タカネツメクサが生育する、ハヶ岳山頂近くの砂礫地における、8月中旬の晴天時の温度環境は、表2および図4に示されるとおりである。

地上1mの気温は、約10℃～20℃で変化も少なく温和であるが、地表温度は7.8℃(5:30)～45.2℃(12:30)と37.4℃も変化し、地上10cmの気温でも8.2℃(5:30)～33.9℃(12:30)の25.7℃の変化が見られた。

一方クッションを形成している、タカネツメクサの葉温では、8.6℃(5:30)～21.9℃(12:30)で較差は13.3℃で約半分に減少していた。

図5に示されるとおり、正午近く(11:40～12:10)の1分間隔の温度変化を見ても、最高温度は、地表温度46.0℃、地上10cm気温35.8℃に達するが、葉温は24.4℃であった。

霧の遮光による温度変動が、地表温度、地上10cm気温ともに約10℃あったが、タカネツメクサの葉温では約5℃であり、その温度変化は半分に緩衝されている。

図6に示されるとおり、日没(17:00)から日の出前(5:30)の夜間の温度変化を見ても、地表温度では15.8℃～7.8℃の8.0℃、地上10cm気温では14.6～8.2℃の6.4℃であるのに対して、タカネツメクサの葉温は、13.6℃～8.6℃の5.0℃と変化が少ない。また日の出前の放射冷却による低温化も、葉温においては少ないことが分かる。

イワベンケイと同様に、タカネツメクサにおいても、針状の葉を密生したクッションを

形成して、厳しい温度や水分環境条件を緩衝していると考えられる。

標高が4000mを越える高山や、極地においては、気温の低下が著しく、植物はクッションを形成して低温や乾燥に対抗していることが知られているが、日本の中部山岳山頂部の砂礫地における植物のクッション化は、夏季の晴天下における過度な温度上昇や乾燥に対する適応と考えられる。

まとめ

ハヶ岳山頂部の高山帯砂礫地では、夏季晴天時には、地表温度が日中で最高約55℃まで上昇し、早朝、日の出前には、約5.5℃まで低下する。それに伴う乾燥も大きい。

そのような厳しい環境条件に対して、イワベンケイおよびタカネツメクサはクッションを形成することで、過酷な温度環境を緩衝して、生育に有利な条件を作りだして生活していることが分かった。

文 献

- 工藤 岳(2000) 高山環境と植物の分布、高山植物の自然史 p.51—114. 北海道大学図書刊行会.
- 増沢武弘(1997) 耐寒性と順応、高山植物の生態学 p.30—47. 東京大学出版会.
- 名取 陽(2000) 赤道下熱帯高山植物の温度適応. 信濃生物会誌57:17—26.
- 大場秀章(1999) イワベンケイが解くヒマラヤの謎、ヒマラヤを越えた花花 p.82—101. 岩波書店
- 酒井 昭(1995) 高山植物の環境適応、植物の分布と環境適応 p.42—57. 朝倉書店.
- 柴田 治(1985) 高地的環境と植物の機能、高地植物学 p.99—283. 内田老鶴園.
- 清水建美(1983) 原色新日本高山植物図鑑(Ⅱ) p.20—21, 78—81. 保育社.