

錦海塩田跡地におけるアッケシソウの生態

安藤 義範*・森 定 伸**・大西 智佳***

Yoshinori Andou, Shin Morisada and Chika Ohnishi : Ecology of
Salicornia europaea in the ruins of Kinkai salt farm

1. はじめに

アッケシソウ *Salicornia europaea* は、北半球に広く分布するアカザ科アッケシソウ属の1年草であり、日本では主に北海道、本州（宮城県）、四国の海岸に生育している（北川，1982）。本種は海岸の開発により減少傾向にあることから、絶滅危惧ⅠB類（EN）に位置づけられており、瀬戸内海沿岸地域では岡山県、香川県、愛媛県、徳島県において記録があるが、このうち後者の2県では絶滅したとされている（環境庁（編），2000）。当地域における本種の生育は、塩田の発達に伴う北海道からの国内帰化であると考えられている（宮脇（編），1982）。

岡山県においては、邑久郡牛窓町及び邑久町にまたがる錦海塩田跡地、及び倉敷市児島宇野津に本種の生育が見られ、錦海塩田跡地の生育地は香川県産種子の人為的な播種により成立したものであり（杉原，1985）、また、倉敷市児島宇野津の生育地は四国、あるいは錦海塩田跡地からの移入により成立したと考えられている（大久保，1999）。このような成立過程を考慮に入れると、錦海塩田跡地のアッケシソウをいわゆる貴重種として取り扱うことには留意すべき点もあるように思われる。

アッケシソウを対象とした植生学的な研究は、主に北海道（辻井，1956；伊藤，1959，1961；内山，1999，2000）、及び香川県（環境庁，1982；宮脇（編），1982；和気・新居，1982）において

行われているが、岡山県での詳細な調査報告はされていない。また、個体群動態についての研究は、イングランドのノーフォークにおいて行われているが（Jefferies et al., 1981）、日本における詳細な調査報告はされていない。

本論文では、錦海塩田跡地におけるアッケシソウ群落の分布・種組成・立地環境（地形）、及び個体群動態について報告する。

2. 調査地

錦海塩田跡地は、岡山県邑久郡牛窓町及び邑久町にまたがって位置し、面積は約300haと広く、敷地内には水路が縦横に通っている（図1）。アッケシソウは、塩田跡地と錦海湾を仕切る堤防に隣接する敷地の塩湿地部分に分布しており、この部分を調査地とした。現在、敷地内は潮の干満の影響を直接受けにくい環境になっているが、堤防が設置される以前には、干満による水没・露出を繰り返す環境であったと推測される。海水が堤防下を浸透・通過しているようで、分布地の所々に小さな滞筋が存在している。

当調査地は温暖寡雨の瀬戸内気候区に属しており、最も近くに位置する虫明観測所において1995年から1999年までに測定された気象データによると、年降水量の平均値は1,167mm、年平均気温の平均値は14.9℃であった。また、個体群動態調査を実施した1997年の月降水量、月平均気温及び月

*株式会社ウエスコ 大阪支社 技術部環境調査課； **株式会社ウエスコ 岡山本社 環境調査部調査3課；
***株式会社ウエスコ 岡山本社 地盤調査部地質調査課

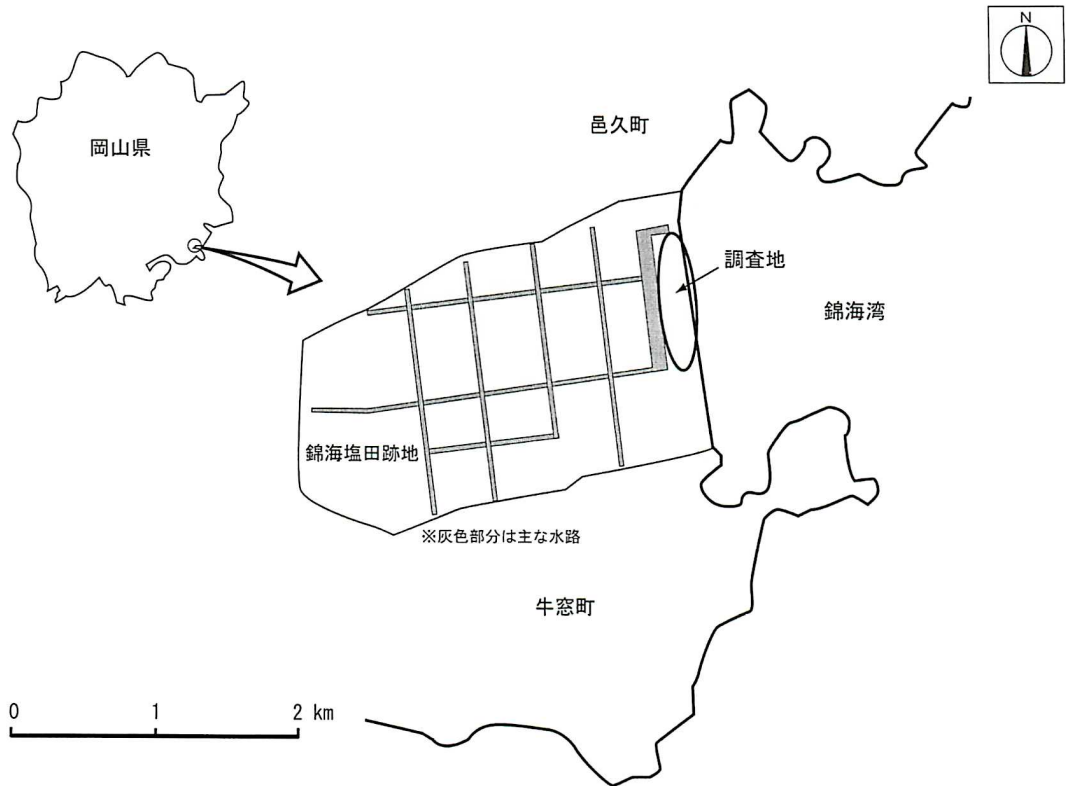


図1. 調査地位置図

日照時間を図2に示す。1997年の年降水量は1,209mmとほぼ平年並みであり、月降水量では7月と9月が300mm前後と多く、他の月は概ね50～100mm程度であった。1997年の年平均気温についても14.9℃とほぼ平年並みであり、月平均気温では1月、2月がそれぞれ3.9℃、3.8℃と最も低く、8月が26.7℃と最も高かった。月日照時間は8月が最も長く214.3時間、ついで長かったのは3月、4月、10月の170時間台であり、11月から2月の冬期にかけては最も短かった。

3. 調査方法

3.1. 植生

相観による現存植生図を1998年3月に作成し、調査地内におけるアッケシソウ群落の分布状況を把握した。群落区分は比較的広い面積を有する群落のみに限り、眺望の良い場所から周囲の人工構

造物等との位置関係を参考にして群落境界を図示した。

ついで、当調査地の主要群落であるアッケシソウ群落、ヨシ群落について種組成、及び立地環境の一つである地形を1998年11月に調査した。対象となる2つの群落が隣接する箇所において、両群落が含まれるように40m×1mのベルトを1本設置した(図3)。ベルトは1m×1mのサブプロットに分割し、各サブプロットの種組成及び各種の被度・群度を記録し、レベルを用いて地形を測定した。

3.2. 個体群動態

1997年3月下旬から10月下旬にかけて調査を実施した。前年から残存する枯死体を参考にして密度及び個体サイズが比較的一様と思われる箇所を3月下旬に選定し、そこに30cm×30cmのサンプリ

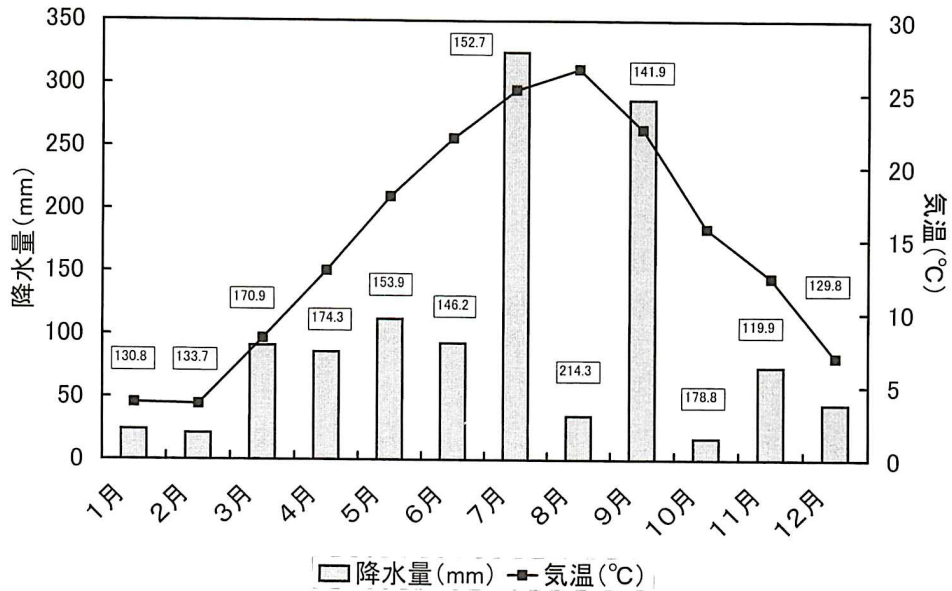


図2. 1997年における気象データ
グラフ中に記入した数値は各月における日照時間を表している。

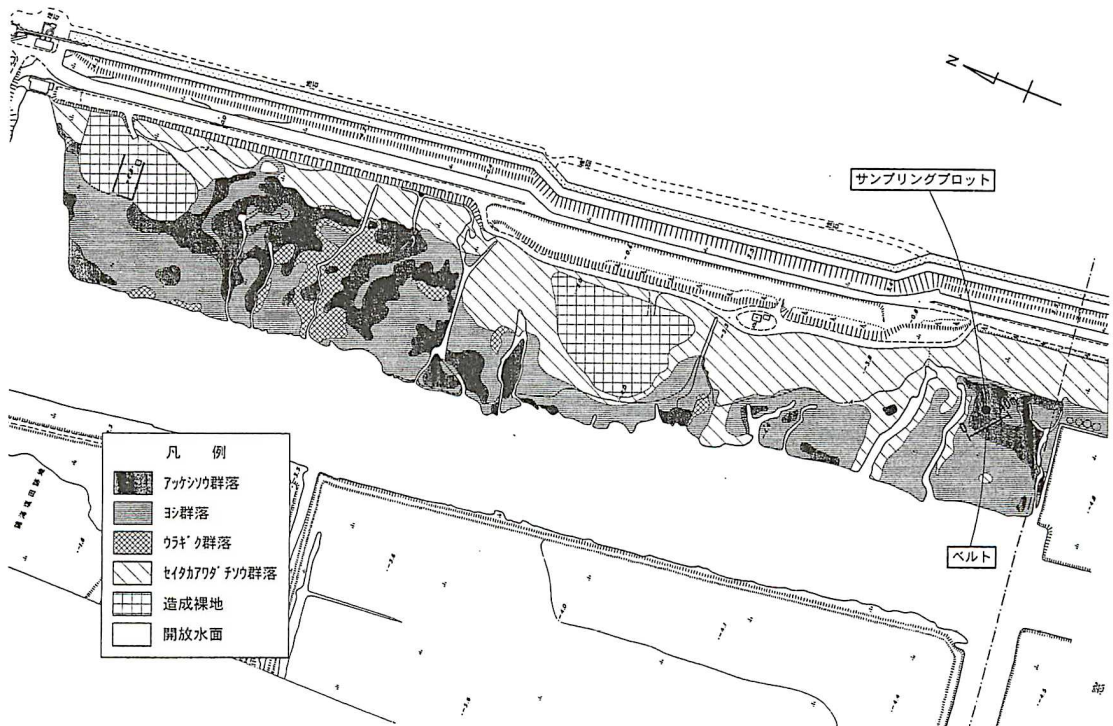


図3. 調査地における現存植生図

ング・プロットを設定した(図3)。その中から約1ヶ月おきに5cm×5cmの単位面積を1セットとして、3セットのサンプルを採取した。サンプリングは単位面積内のすべての個体を根元からハサミで切り取ることによって行い、各サンプルは室内に持ち帰ってから、個体数及び個体長を測定し、それぞれ平均値を算出した。分枝した個体については最長部を個体長とした。本種は節状の構造を持ち、節ごとに花を付けることから、開花がはっきりと確認できる10月下旬のサンプルで、花の形成されている節数を計測した。

なお、サンプリングは通常、月の下旬に予定していたが、7月については都合上、8月3日になったため、文章上では8月上旬と記述している。

4. 調査結果

4.1. 植生

4.1.1. 主要群落の分布状況

現存植生図を図3に示す。調査地の環境は、塩湿地部分と埋立地部分に大別でき、前者にはアッケシソウ群落、ヨシ群落、ウラギク群落、後者に

はセイタカアワダチソウ群落が確認された。なお、ほぼアッケシソウのみが生育するが、その被度が低く、裸地に近い箇所もあったが、組成的な点からアッケシソウ群落に含めたところもある。

塩湿地部分における群落の分布状況を見ると、ヨシ群落が最も広い面積を占めていた。アッケシソウ群落は、北部にまとまって見られ、中央部から南部にかけてはベルト及びサンプリング・プロットを設定した場所を除いて小規模で点在する状況であった。ウラギク群落は北部に小規模なものが点在していた。中央部から南部にかけては北部と比較して、埋立地部分が塩湿地部分に張り出し、それに対応してセイタカアワダチソウ群落が分布する状況であったが、埋立てられる以前には、この部分にもアッケシソウ群落等が成立していたと推測される。

4.1.2. 種組成及び立地環境(地形)

アッケシソウ群落、ヨシ群落の各群落における種組成、被度、及び地形を図4に示す。アッケシソウ群落は、土壌表面に微量に水が見えるような

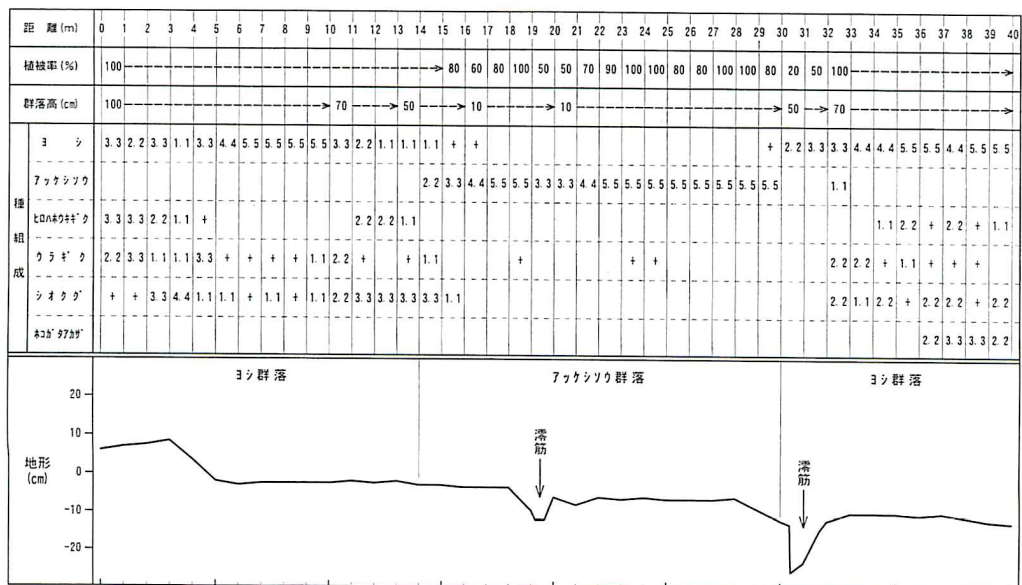


図4. 各群落の種組成、被度及び地形

地形を表す数値については、便宜上、中央付近を0cmとしており、標高とは関連していない。

湿潤地において優勢であり、滞筋内や水溜まり等の過湿地、及び地形がやや高い乾燥地には生育が見られなかった。当地は干満の影響を直接受けない環境であることから、当群落は優勢となる湿潤地は主に雨水により涵養されていると考えられる。種組成については、群落の中心ではほぼアッケシソウのみが生育し、ヨシ群落との境界付近ではシオクグ、ウラギク等が混生していた。一方、ヨシ群落は、被度の多少はあるものの過湿地から乾燥地まで成立しており、ウラギク、ヒロハホウキギク、シオクグ、ホコガタアカザが混生していた。

両群落について立地環境（地形）を比較すると、ヨシ群落が成立する地形の幅内にアッケシソウ群落が含まれており、両群落に明瞭な差異は見られなかった。

4. 2. 個体群動態

4. 2. 1. 密度及び生長

密度、死亡率、平均個体長及び生長率の経時変化を図5及び表1に、個体の状況写真を図6に示す。

密度についてみると、3月下旬から6月下旬まで40～47個体/25cm²程度とほぼ横這いで推移した後、6月下旬から9月下旬まで比較的大きな減少傾向が続き、10月下旬にかけては減少がやや緩やかになった。死亡率は、6月下旬から8月下旬にかけて0.32、0.33と最も高かった。死亡率の高い時期と重なるように蛾類と思われる幼虫（種は不明）による食害の発生を確認したが、顕著な食害は見られず、死亡率の増加要因とは考えにくかった。

平均個体長についてみると、3月下旬には1.1 cmであり、多くの個体は双葉を残した状態であった（写真6-(a)）ことから、発芽後、間もないことが推測できた。4月下旬には平均個体長1.3 cm、生長率1.18と増加は比較的小さいが、本葉がやや

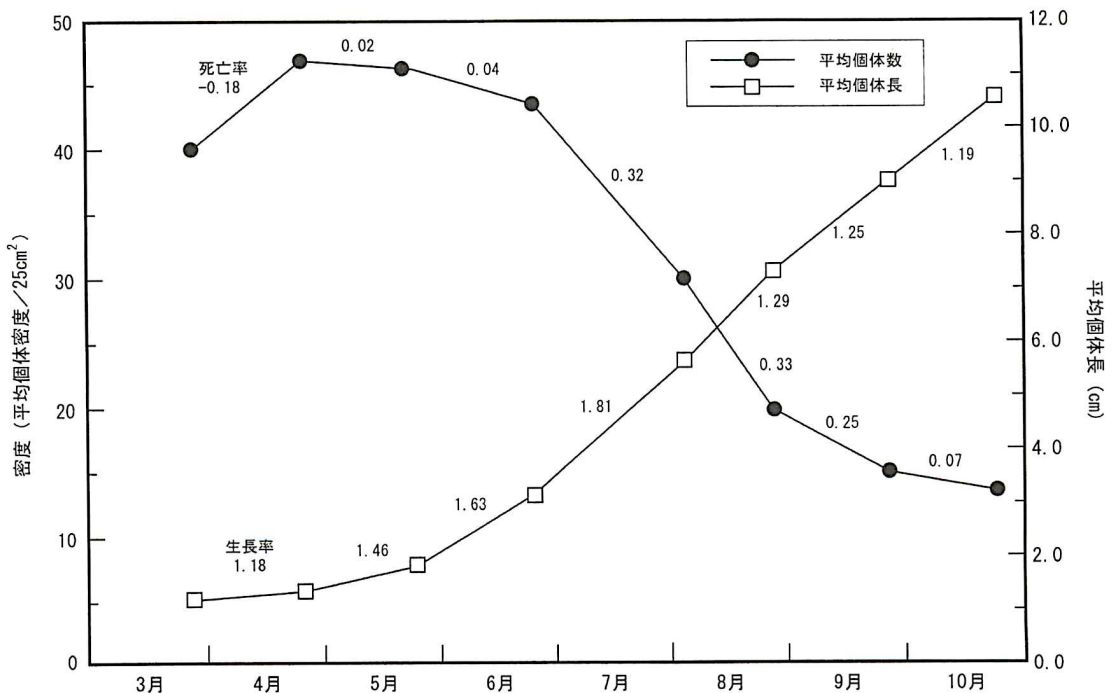


図5. 密度及び個体長の経時変化

グラフ中に記入した数値は、各期間における死亡率、生長率を表しており、以下の式により算出した。・死亡率＝(前月の個体数－当月の個体数)／前月の個体数；・生長率＝当月の平均個体長／前月の平均個体長

表 1. 平均個体数及び平均個体長

	平均個体数 (N=3)	標準偏差	死 亡 数	死 亡 率	平均個体長 (単位: cm)	標準偏差	標 本 数	生 長 率
3月30日	40	5			1.1	0.3	120	
4月27日	47	11	-7	-0.18	1.3	0.4	140	1.18
5月25日	46	4	1	0.02	1.9	0.8	137	1.46
6月29日	44	8	2	0.04	3.1	1.3	131	1.63
8月3日	30	3	14	0.32	5.6	2.3	90	1.81
8月31日	20	6	10	0.33	7.2	2.4	60	1.29
9月28日	15	1	5	0.25	9.0	2.9	46	1.25
10月26日	14	5	1	0.07	10.7	2.5	41	1.19

伸長するとともに双葉の枯れた個体が増加した(図 6-(b)). 4月下旬から生長率が徐々に増加し始め, 6月下旬から8月上旬にかけては生長率が1.81と最も高く, 8月上旬に平均個体長5.6cmとなった. 生長は枯れ上がりながら進行し, 分枝は顕著ではなかった(図 6-(c)). その後, 生長率は1.29から1.19と徐々に減少するが, 10月下旬まで緩やかな生長を続け, 平均個体長は10.7cmとなった. 8月下旬には花芽らしきものが観察され, 9月下旬には花がはっきりと確認できた. 10月下旬には, 種子の成熟が始まったためか, 各節が膨れてくるとともに, 有名な赤変が進行し始めた(図 6-(d)).

4. 2. 2. 生産種子数の推定

アッケシソウは節状の構造を持っており(前項の図 6を参照), 節ごとに花が形成される. 個体長と花が形成された節数との間には, 図 7に示すとおり, 指数関数的な関係が見出された. 10月下旬の平均個体長10.7cmを代入すると3.6が算出され, 形成節数3~4が推定される. 一方, 本種の花は葉腋に3個ずつ集まって対生することから(北村・村田, 1961), すべての花が正常に発達して種子まで成熟できたと仮定した場合, 1節当たりの生産種子数は最高6個となる. 1節当たりの生産種子数を6個, 10月下旬の密度14個体/25cm²を用いて, 25cm²当たりの生産種子数を推定すると,

3節の場合は $3 \times 6 \times 14 = 252$ 個, 4節の場合は336個となる. 今回の計算では1節当たりの生産種子数を6個と仮定して252~336個/25cm²を算出したが, 今後, この仮定部分についての検証が必要である.

5. 考 察

5. 1. 植 生

5. 1. 1. 種 組 成

当調査地のアッケシソウ群落においては, アッケシソウがほぼ単独で生育することが確認された. 香川県のアッケシソウ群落でも概ね同様の傾向がみられるが, 時にハママツナを比較的多く混生することが報告されている(宮脇(編), 1982; 和気・新居, 1982). 錦海塩田跡地に生育する塩生植物としては, アッケシソウ, ハママツナ *Suaeda maritime* を含む11種が報告されている(榎本, 1993)が, ハママツナをはじめ他の塩生植物の混生はほとんど見られなかった. 伊藤(1959)は, 北海道の生育地において土壤塩分濃度が減少するとアッケシソウ群落にウシオツメクサ *Spergularia marina*, ドロイ *Juncus gracillimus* が多く混生してくることを報告している. このようにアッケシソウ群落の種組成には, 土壤塩分濃度が関係していることが示唆されており, 今後, この点からのアプローチが必要であると考えられる.

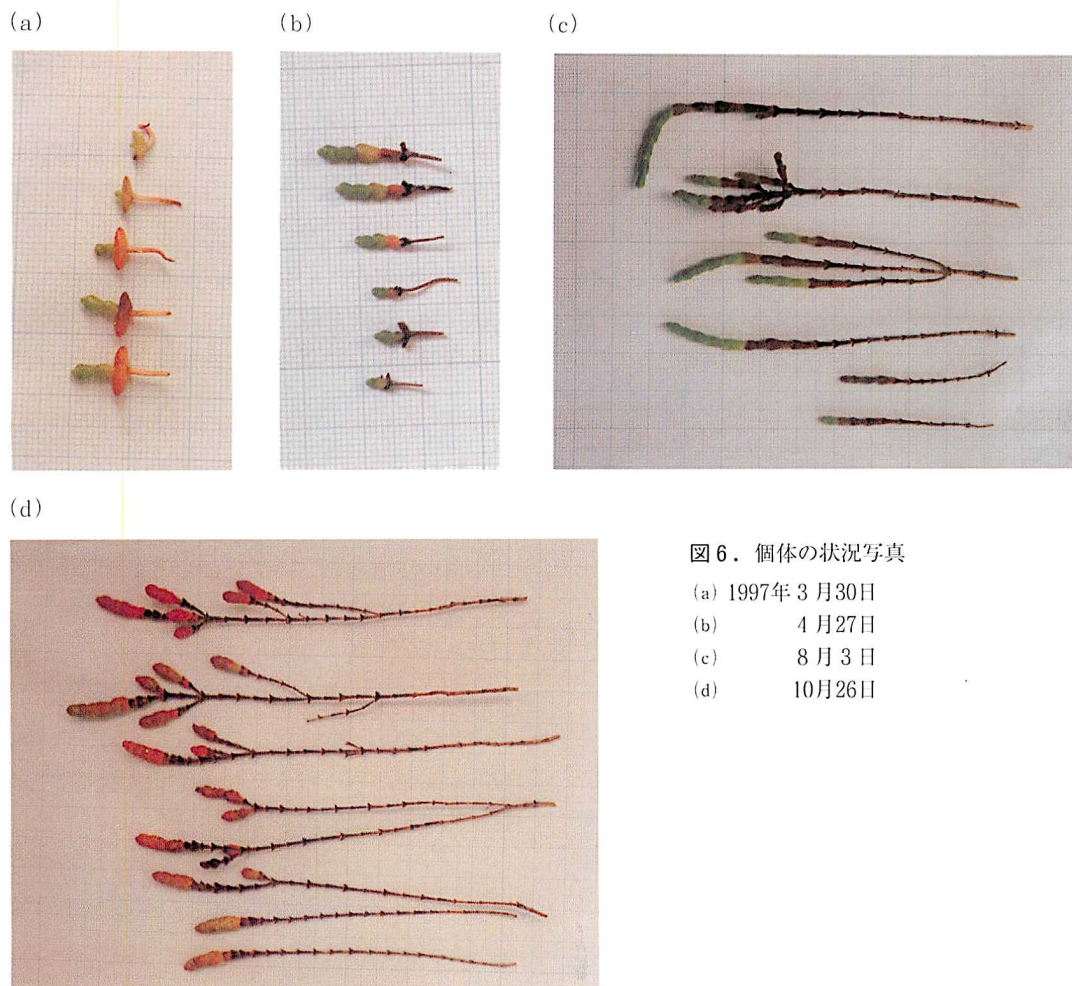


図6. 個体の状況写真

- (a) 1997年3月30日
- (b) 4月27日
- (c) 8月3日
- (d) 10月26日

5. 1. 2. 立地環境 (地形)

当調査地のアッケシソウ群落は、塩湿地内の比較的湿潤な立地において優勢であった。辻井(1956)においては、北海道の生育地におけるアッケシソウの立地環境が「波浪の影響を直接受けない場所」、「汀線近い湿潤地」、「湿性な低地」と記述されており、今回の調査結果もほぼ同様の傾向と言える。

一方、ヨシ群落は、アッケシソウ群落と比較して、過湿地から乾燥地までに成立しており、両群落に明瞭な差異が見られなかった。藤井(1968)は、広島県東部の河川河口部において、立地の高さによる冠水時間の違いが群落の形成に影響して

いることを報告しており、著者らもそのような違いが見出されることを当初は想定していた。今回の結果は、当調査地が堤防により干満の影響を直接受けなくなっていることが要因の一つと考えられる。この点から当調査地の植生は地形以外の別の環境要因に対応して群落境界が決定されているか、もしくは塩田廃止や堤防設置の後の遷移途中にあることが考えられ、今後、各群落面積の増減に関する動向を追跡調査する必要性が示唆される。また、今後の動向によっては、草丈の高いヨシ群落がアッケシソウ群落を圧迫していく可能性も考えられる。

5. 2. 個体群動態

5. 2. 1. 密度及び生長

調査対象とした個体群における密度は、3月下旬から6月下旬まで40～47個体/25cm²程度で推移した後、6月下旬から8月下旬まで死亡率が最も高くなり、10月下旬には14個体/25cm²となった。Jefferies et al. (1981) は、塩湿地の高い部分と低い部分のそれぞれに成立するアッケシソウ群落を調査し、①両立地とも初期密度が50個体/25cm²程度で最終的に10～20個体/25cm²程度になること、②密度変化パターンについては、塩湿地の高い部分では初期にほぼ横這いで推移し、6月下旬から減少し始めるのに対して、低い部分では初期から連続的に減少する違いがあること、③個体の死亡が密度非依存であること等を報告している。なお、塩湿地の高い部分と低い部分については、原著の「Upper marsh」と「Lower marsh」を訳した言葉であり、その高さについて数値で示した明確な記述は見られなかった。

まず初めに報告①と比較する。今回の密度は概ね近似した値であると言える。一方、最終的な密度は個体サイズと相関があり、個体サイズにより

密度は1～25個体/25cm²（原著のm⁻²から換算）と幅広く変化することが報告されている（伊藤, 1959; Jefferies et al., 1981）。このような幅を考慮すると、近似するこれらの密度が平均的な密度を示しているという考え方の他に、個体の生長量によって様々に変化する密度のうちの一つがたまたま一致したという考え方もできる。

次に報告②と比較する。今回の密度変化パターンは塩湿地の高い部分での密度変化パターンに類似していると言える。Jefferies et al. (1981) は、報告②の密度変化パターンと反対方向にほぼ同調する生長パターンを見出しており、そのパターンは次のとおりである。すなわち、i) 冠水頻度の小さい塩湿地の高い部分において7月の大潮による冠水まで乾燥に伴う極度に高い土壤塩分濃度がおそらく生長を抑制しているが、冠水後には条件改善によるためか生長が活発化すること、ii) 土壤条件が比較的良好な低い部分では初期から連続的な生長がみられること（この引用文献では生長を乾燥重量で表現している）。今回の結果において、4月下旬から6月下旬までの初期生長率1.46, 1.63は生活史全体を通してみると比較的高

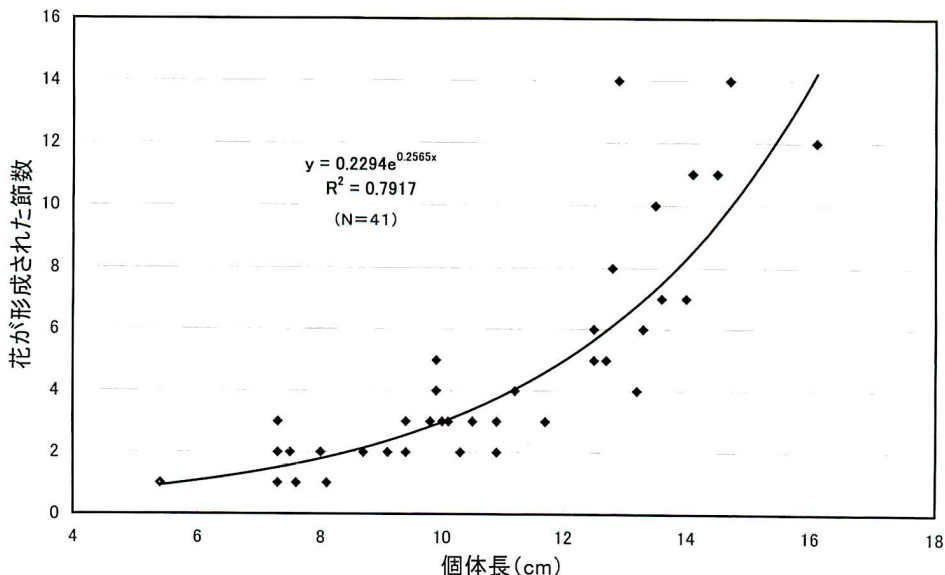


図7. 個体長と花が形成された節数の関係

い値であったが、上記の類似点を踏まえると本種の持つ潜在的な初期生長率が抑制された結果、これらの値になっている可能性も示唆できる。当調査地は、干満の直接的な影響がなく、降水量も少ない地域に位置することから、乾燥に伴い土壌塩分濃度が比較的高くなりやすい環境にあると推測できる。7月に降水量が増加し、日照時間が5月、6月と比較してさほど増加していないにもかかわらず、6月下旬から8月上旬にかけての生長率が1.81と最も高くなることは、気温の上昇よりも多量の雨水による土壌条件の改善が影響していると推測できる。

最後に報告③と比較する。Jefferies et al. (1981) は、多くの個体が渇水・高塩分濃度・波浪・海藻による実生の被覆により死亡し、死亡が密度に依存しないとしている。当調査地において後2つの現象は生じない。また、確認された鱗翅目幼虫の食害についても死亡率を増加させるほど大きなものは観察されていない。今回の調査において死亡率が最も高かった6月下旬～8月上旬(0.32)及び8月上旬～8月下旬(0.33)のうち、後者は降水量の少ない時期であることから、渇水・高塩分濃度による死亡という可能性は考えられる。しかし、降水量が多く、不適な条件が緩和されたと考えられる前者では明確な死亡要因は見当たらず密度依存的な死亡も示唆できるように思われる。

5. 2. 2. 生産種子数

調査対象とした個体群における個体長と生産種子数との関係式を示すとともに(図7)、生産種子数を1個体当たり18～24個、25cm²当たり252～336個と推定した。Jefferies et al. (1981) は、1個体当たりの生産種子数が密度と相関を持ち、塩湿地の高い部分では10～30個、低い部分では100～900個の幅で変化することを報告しており、初期生長が抑制される高い部分の個体は生産種子数が少ないことを明らかにしている。今回の1個体当たりの生産種子数は、密度変化パターンと同

様に生長が抑制されていた高い部分の生産種子数と類似している。

前項の考察と合わせて、アッケシソウ個体群の密度、生長及び生産種子数は互いに相関を持ち、本質的にはベースとなる生育環境の解析が重要であることが把握できた。今後、この点からのアプローチも必要であると考えられる。

6. む す び

錦海塩田跡地のアッケシソウ分布地は、土砂や牡蠣殻の埋立により徐々にその面積が狭められており、当地が種子の移植により成立したとはいえ、あまり良好な状況ではない。また、今回の結果から当地の環境が生長に対して負の方向に働いている可能性も示唆された。

今後、当地のアッケシソウ群落がどのような動向を示すかを見極めるには、群落面積の増減、個体群動態、土壌塩分濃度等に関する継続的な調査が必要であると考えられる。しかし、本研究は著者の1人が県外へ転勤となったことから、未解明な部分を多く残したまま調査が終了した形となった。今後、地元研究者による調査の進展を期待したいと思っている。

謝 辞

論文をまとめるにあたり適切な助言を頂いた倉敷市立自然史博物館の狩山俊悟氏、個体群動態に関する現地調査を手伝って頂いた安藤ゆう子氏、図の作成を手伝って頂いた株式会社ウエスコの吉岡梨子氏、工藤友美氏に感謝の意を申し上げる。

引用文献

- 榎本 敬, 1993. 今, 干潟の植物が危ない。「自然への想い 岡山 一瞥を探り, 今を見つめて」(倉敷の自然を守る会編), pp. 214～217. 山陽新聞社.
- 藤井茂美, 1968. 広島県東部にみられる塩湿地植群. 広島大教育学部紀要Ⅲ17: 29～36.
- 伊藤浩司, 1959. オホーツク海沿岸のアッケシソウ群

- 落 —北海道塩湿地群落の研究(3)一. 日本生態学会誌 9:21-27.
- 伊藤浩司, 1961. 野付岬の塩湿地群落 —北海道塩湿地群落の研究(4)一. 日本生態学会誌 11:154-159.
- Jefferies. R. L., Davy. A. J. and Rudmik. T., 1981. Population biology of the salt marsh annual *Salicornia europaea* agg., Journal of Ecology 69:17-31.
- 環境庁(編), 1988. 第3回自然環境保全基礎調査 日本重要な植物群落Ⅱ 四国.
- 環境庁(編), 2000. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生植物 —レッドデータブック— 植物Ⅰ(維管束植物). 自然環境研究センター.
- 北川政夫, 1982. アカザ科. 「日本の野生植物 草本Ⅱ」(佐竹義輔他編), p.50. 平凡社.
- 北村四郎・村田源, 1961. 原色日本植物図鑑 草本編Ⅱ. 保育社.
- 宮脇 昭(編), 1982. 日本植生誌 四国. 至文堂.
- 大久保一治, 1999. 岡山県自然植物目録 付 帰化植物・栽培植物 増補改訂版. 岡山花の会.
- 杉原 操, 1985. 錦海湾塩田跡地のアッケシソウについて. 岡山県植物研究会会報 11:1-2.
- 辻井達一, 1956. 牡蠣島の植物群落 —北海道塩湿地群落の研究(2)一. 日本生態学会誌 6:120-125.
- 内山博之, 1999. 厚岸湖畔におけるアッケシソウの植生分布及び植生環境に関する研究. 厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究.
- 内山博之, 2000. 厚岸湖畔におけるアッケシソウの植生分布及び植生環境に関する研究(Ⅱ). 厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究.
- 和気俊郎・新居正敏, 1982. 綾川・大東川水系及び五色台の植生. 「香川県自然環境保全指標策定調査研究報告(中讃西部地域)」(香川県環境保健部自然保護課編), pp.30~31.