

ビスカイノ砂漠の植生 第2報 海岸から内陸への距離 による植生の変化

縣, 和一
九州大学農学部栽培学講座

竹内, 芳親
鳥取大学乾燥地研究センター

福元, 康文
高知大学農学部

遠山, 枉雄
鳥取大学乾燥地研究センター

他

<https://doi.org/10.15017/23568>

出版情報：九州大学農学部學藝雑誌. 50 (3/4), pp.153-162, 1996-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



ビスカイノ砂漠の植生

第2報 海岸から内陸への距離による植生の変化

縣 和 一・竹内芳親¹⁾・福元康文²⁾
遠山 柁 雄¹⁾・フアン A. ラリナガ M.³⁾

九州大学農学部栽培学講座

(1995年11月9日受理)

Vegetation of Vizcaino Desert

II. Changes of Vegetation by Distance from Seashore to Inland

Waichi AGATA, Yoshichika TAKEUCHI, Yasufumi FUKUMOTO
Masao TOYAMA and Fuan A. Rarinaga M.

Laboratory of Practical Botany, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812-81

緒 言

前報(縣ら, 1996)において, ビスカイノ砂漠の植生は地域によって異なり, 調査した4地点でそれぞれ特徴ある植生状態にあることが判明した. 調査4地点のうち, 海岸砂漠植生を対象にした調査地Ⅰと内陸砂漠植生を対象にした調査地Ⅲはビスカイノ砂漠中央部に位置し, 太平洋岸の調査地Ⅰ(海岸)から内陸の調査地Ⅲのエルビスカイノまで連続的に植生が変化していることがこの地帯を東西に横断して走る国道3号線にそって行なった予備調査から明らかになった.

そこで本報では, 両地点を結ぶ国道にそって調査地点を設定し, 海洋からの塩類が砂漠植生に及ぼす影響を, 主として土壤中の電気伝導度(electric conductivity: EC)を指標に調査した. また砂漠植物の水分経済に関係する植物葉の気孔数を主要な種について調べ, ECとの関連から検討した.

調 査 方 法

1) 植生調査

セバスチャンビスカイノ湾内の奥に位置するゲレロネグロの海岸を出発点として東のカリフォルニア湾へ

向かう国道にそって内陸へ約75km入ったところにエルビスカイノの農業地帯が広がっている. この地帯は海岸から内陸に入るにつれて植生が変化することから植生の変化点を調査地に選定してそこにおける植生調査を1983年8月に行なった. 植生調査は1m×1mの方形框を使い, 各調査地で最低10ヶ所について被度, 植物高(草丈), 密度, 群度などの諸項目を常法にしたがって調査した(佐々木, 1967). ただしカン木類, サボテン類が群生するエルビスカイノの調査地では, 調査框の大きさを10m×10mとした. 本報告では調査した4測度のうち, 被度数と植物高比数を基礎にした積算優占度(SDR₂)(Numata, 1966; 佐々木, 1967)によって植生変化を比較検討した.

2) EC, PHの測定

各調査地から採集した土壌のEC, pHをECメータ, pHメータを用いそれぞれ常法にしたがって測定した(Bohn *et al.*, 1979).

3) 気孔数調査

各地点で採集した植物について主要な光合成器官である葉或いは茎(サボテン類)について気孔数調査をした. 方法は, 型取り法(スンプ法)によった. 型取り材としてマニキュアを用い, マニキュアを葉や茎の表面にうすく塗り, 乾燥後, 両面テープを使ってこれをハギ取りスライドガラスにはりつけて光学顕微鏡下(300倍)で鏡検した. なお葉の場合は, 葉身の表面側

¹⁾ 鳥取大学乾燥地研究センター

²⁾ 高知大学農学部

³⁾ Explotapora de Sal, S. A. Dec. V.

と裏面側について気孔数を調査した。各種とも展開葉3～5枚用い、各葉とも表裏5視野を鏡検し、それらの平均値によって示した。

結果と考察

1) 土壌のECと植生との関係

Table 1は、各調査地における種別の積算優占度(SDR₂)を求めそれらの平均値を示したものである。対象とした調査地は9ヶ所で、調査地番号でNo.1～No.7までがゲレロネグロの海岸及びそれに連なる海岸砂漠であり、No.8及びNo.9地点はエルビスカイノに近い内陸砂漠である。Table 1にはこれらの調査地が海岸から内陸へと配置されている。

調査した全地点に出現した植物の種数は18科37種を数えたが、乾季であるため、この地域の全種について調査することはできなかった。雨季に入る11月以降には種数が増え、多くなるものと推定される。ECは波打際より20mまでの距離範囲で最も高く、それより遠ざかるほど低くなる傾向が認められた。しかしゲレロネグロの海岸砂漠では塩害地としての基準値(0.2ms/cm)(Bohn *et al.*, 1979)以上の値が認められた。これに対して、エルビスカイノの内陸砂漠に入るNo.8地点では海岸から50km、No.9地点では65kmの距離になるため、EC値はいちじるしく低下した。すなわちゲレロネグロの海岸のEC値の200～250分の1となった。またpHについてみると、海岸も含めてゲレロネグロの海岸砂漠では高く、pH8.0～9.0の強アルカリ性であるのに対してエルビスカイノ砂漠ではpH6.5～7.0に低下している。このことは土壌のEC、pHが海洋の影響を強く受けていることを示唆している。

さて、このようなEC、pHの傾度に対して植生がどのような対応をしているかであるが、まず種数についてみると、上述したように種数は内陸に入るほど多くなり、ECとは逆の関係になっている。つまりECが低くなるほど種数が増える傾向が認められる。ちなみに両者間には高い負の相関関係($r = -0.861^{**}$)がみられた。次に、各調査地の平均植被率は海岸でやや小さいが、波打際から50mの距離になると80%前後の植被率となる。したがって、この地帯の植生は決して貧弱ではなく、比較的豊かな状態にあることがわかる(Walter, 1968)。そこで、積算優占度(SDR₂)からみた各調査地点の優占種について検討することにする。Table 1の数値でゴチック体で示されている種の積算優占度がその調査地の優占種である。No.1

～No.3までの調査地は波打際より20m以内の距離であるが、*Salicornia virginica* → *Frankenia palmeria* → *Cressa truxillensis*と優占種が変化している。いずれも塩性植物である。EC、pHがそれほど変化していないのに優占種がこのような交代しているのは潮の影響によるものと考えられる。3種とも多年生であり、*Frankenia palmeria*は小カン木であるが、ここでの草丈は小さい。海岸から20mを越えると均一な安定した植生帯となる。そして、ここでの優占種は*Camissonia grasifolia*となる。しかし、ゲレロネグロの海岸砂漠を代表する調査地点No.6、No.7においては*Mesembryanthemum crystallinum*の積算優占度は高く第2位を保っている。草丈がこの植物は低いことから積算優占度は主として被度に依存している点を考えると、この地帯の実質的な優占種ともいえる存在である。したがって、ゲレロネグロでは、どこに行ってもみかけられる植物である。*M. crystallinum*の次に見られる植物としては*Plantago fastigiata*, *Chaenactis lacera*, *Atriplex*属のカン木が目につく。その他マメ科の*Phasolus*属や*Lupinus*属の種及びアカザ科の*Salsola*属の種がみとめられるし、*Encelia*属(キク科)や*Lycium*属の種はカン木として点在している。これらの中には塩性植物も含まれるが、塩性植物でなくても形態的に多肉化したり、乾性形態になっているものが多い。

これに対して、内陸に入ったエルビスカイノ砂漠になると、ゲレロネグロを代表していた*M. crystallinum*は見られなくなり、マメ科のカン木や草本類及びキク科のカン木類、及びサボテン類が多くなってくる。すなわち、No.8の調査地は海岸から約50kmの距離にある地点であるが*M. crystallinum*は非常に少なく、代わりに*Lupinus succulentus*が優占種になっている。マメ科植物が多くなることは土壤地力を高める意味でも有利であるが、マメ科の分布にECが密接に関係しているものと考えられる。さらに50kmを越えると、植生は大きく変化し、サボテン類が出現する植生帯になる。サボテン類が出現するようになるとカン木類も豊富になり、群落全体を構成する種の数と階層構造が顕著になる。No.9地点はそのような地帯を代表する植生である。ここでの優占種はこの半島の代表的なサボテンであるカルドン(*Pachycereus pringlei*)である(Wiggings, 1980)。他のサボテン類、カン木類に比べて草丈が格段に高く、平均9.4mに達している。サボテン類の主要種は数種類

であるが、その他にカン木類が多く草本類は No.8 地点より少ない。草本の優占種は *Brassica* spp. であり、雨季の間に生育したと思われる立枯れ状態の植物体が乾季でも認められた。その他に、8 月時点で生存している草本類は *Salsola* spp. だけであり、イネ科の *Cenchrus* spp., *Aristida* spp. は枯れた遺体が僅かに認められるにすぎなかった。カン木類ではマメ科のメスキューテ (*Prosopis glandulosa*) とハマアカザ (*Atriplex magdalenae*) が葉をつけている以外に他のカン木類はすべて落葉しており、乾燥に対する適応の実例として興味あるところである。

エルビスカイノの内陸砂漠の EC, pH がともに低いことは植物の生育にとって土壤条件がよくなっていることを示すもので、この点は植生面からも裏づけられた。この地帯が農地に選定され一大農業地帯に発展したのは、水利の関係もあると思われるが、土壤条件がよいことが大きな要素の一つと考えられる。今後新しい農業地帯を開拓するためには今回の調査からも分かったように植生に注目することによってある程度適地の判定が可能と考えられる。

2) 土壤の EC と *Mesembryanthemum crystallinum* との関係

前項において、ゲレロネグロの海岸および砂漠には *M. crystallinum* が優占種として広く分布することを明らかにした。*M. crystallinum* は雨季に入る11月ごろ発芽、定着し、その後ははふく枝を出して旺盛な生長をつづける。4 月頃には肥沃な土壤（放牧牛に塩水、餌を与えた牧場跡地）のところで $1.3 \pm 0.2 \text{ kg/m}^2$ （風乾重）にも達することが本調査における立ち枯れ現存量から推測された（Table 2）。普通の砂漠状態の原野では平均個体数が 230 本/m^2 で、現存量は $0.3 \pm 0.1 \text{ kg/m}^2$ （風乾重）であることが調査地の平均値か

ら明らかになった。この植物は雨季の終わりには多数の種子を生産し、乾季に入ると枯死して生活環を完了する。*M. crystallinum* は生育条件が良いと C₃ 型の光合成を行なうが、条件が悪くなると CAM 型の光合成を営む特異的な植物として有名である（Larcher, 1980; Winter et al., 1978）。CAM 植物の分類からするとウィーク CAM に入る植物である（Larcher, 1980）。多肉質で多漿性の葉を有し、葉や茎の表面に水分を充満させた水晶のような球状の小嚢（crystalline or vesicles）を密につけている。根は直根性で深いものは 30cm ほど入っているが乾燥してくると枯死する比率も大きい。唯、根の分布域が狭い割合には多くの水を貯えていることや、体表面に密に並んでいる crystalline の役割が何であるのか不明な点が多い植物である。*Atriplex* 属植物ののう状細胞（bladder cell）と同じく（内山・杉村, 1985）、この crystalline が排塩機能をもっているのかどうかは今後の検討課題である。ところで Table 1 をみて興味ある点は、*M. crystallinum* が分布している調査地は EC が極端に高い波打際から 20m までの海岸のところには存在せず、また EC が低いエルビスカイノの内陸砂漠にも存在しないということである。このことは、*M. crystallinum* の生育にとって好適な EC 値の範囲が存在することを示唆している。そこで、1983 年 8 月～9 月にかけて 17ヶ所の *M. crystallinum* の生育地の植生調査とその土壤の EC を調査した。17ヶ所のうちで現存量調査も一部行なったが、全体についての現存量調査が不可能であったので、ここでは植生調査の結果を基礎にして、被度と頻度から *M. crystallinum* の相対優占度（SDR₂）を推定し（佐々木, 1967）、それと EC との関係を検討した。Table 3 はその結果である。EC の値によって *M. crystallinum*

Table 2. Biomass of *Mesembryanthemum crystallinum* in wild field and grazing area of the Vizcaino desert.

Survey site	Biomass in dry matter (kg/m ²)
Wild field ¹⁾ (range)	0.3±0.1
Grazing area ²⁾ (paddock)	1.3±0.2

Numbers of survey in 1) and 2) were 30 and 15 plots, respectively.

Table 3. Relationship between EC value in soil and summed dominance ratio (SDR₂) of *Mesembryanthemum crystallinum*.

Survey site	EC(cm/s)	Coverage(%)	Frequency(%)	SDR ₂
Tide land(Guerrero Negro)	4.70	0	0	0
10m from tide land (〃)	5.90	0	0	0
20m from tide land (〃)	5.50	5	40	22.5
25m from tide land (〃)	4.00	10	40	25.0
30m from tide land (〃)	2.10	70	100	85.0
40m from tide land (〃)	1.30	90	100	95.0
50m from tide land (〃)	0.53	90	100	95.0
Sea side desert (〃)	0.18	50	100	75.0
Sea side desert (〃)	0.35	80	100	90.0
Sea side desert (〃)	0.20	70	100	85.0
Inland (〃)	1.29	100	100	100.0
Inland range (〃)	0.62	100	100	100.0
Range desert (〃)	0.07	40	100	70.0
Range desert (〃)	0.05	30	100	65.0
Range desert (〃)	0.04	20	80	50.0
Desert III(El Vizcaino)	0.03	0	0	0.0
Desert IV(El Vizcaino)	0.02	0	0	0.0

Note: SDR₂ is abbreviation of summed dominance ratio calculated from two factors; coverage and frequency.

Each numeral is mean value calculated from 5-10 surveyed stands.

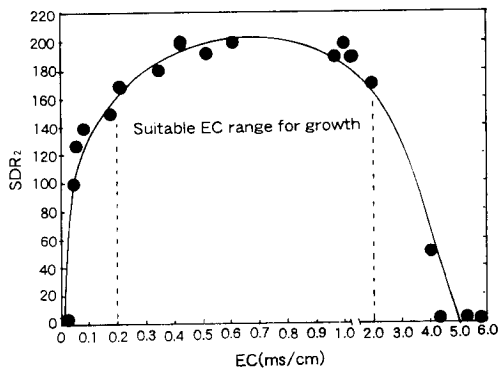


Fig. 1. Relation of electric conductivity (EC) of soil and summed dominance ratio (SDR₂) based on coverage and frequency of *Mesembryanthemum crystallinum*.

の相対優占度は区々であるが、相対優占度が比較的高い EC 値の範囲に分布することが推定される。この点を明確にするために EC 値と積算優占度との関係を図示したのが Fig. 1 である。図から *M. crystallinum* の好適分布範囲の EC 値は 0.2ms/cm~2.0ms/cm であることがわかる。2.0以上になると急速に相対優占

度は落ちてくるし、0.2以下になると徐々に相対優占度は低下し、0.1以下では極度の低下を示すようになる。これらのデータは現地ですべてに調査したデータから帰納して得られたものであるので前項で推定した仮説がほぼ立証されたことになる。*M. crystallinum* の好適分布範囲の EC 値は塩害地の基準値 (Bohn *et al.*, 1979) 以上である点からするとこの植物が生育し、分布しているところは農地として使用するには不向きのところということが出来る。そうした意味では土壌の良悪を判定するための 1 つの指標植物に使える可能性もある。*M. crystallinum* は放棄された牧場跡や牛の放牧地にはとくに多いが、いずれも EC 値の高いことが判明した。また国道ぞいには内陸の奥地まで分布していたが、国道端は EC 値が高いためであることも調査からわかった。

3) 土壌の EC と気孔数との関係

植物における気孔は大気と葉内とのガス交換を行なう器官である。光合成に必要な CO₂ はここを通過して葉内に入るし、土壌から吸収された水分は水蒸気形でここを通過して大気中へ蒸散する (Black, 1973)。いずれも濃度勾配やポテンシャル差による拡散現象であるが、葉内と大気との接点となる気孔の数は、こうした光合成、蒸散作用と密接に関係している (Black,

1973). 気孔数が多いことは光合成、蒸散作用にとって有利な形質である。したがって3者間にはそれぞれ正の相関関係が成立している (Black, 1973)。しかし、植物の水分経済からみた場合、蒸散が多いことは水分損失を伴うので必ずしも有利とはいえない場合がある。植物の場合単位葉面積当りの蒸散速度に対する光合成速度の比をもって水利用効率としているが、この比が小さいと水分経済からみて要水量が大きくなるため乾燥地に適した植物とはいいたがたい。一般に水利用効率は C_3 植物では小さく、 C_4 植物で大きい。CAM 植物になるとこの比がさらに大きくなる (Black, 1973)。つまり、 $C_3 \rightarrow C_4 \rightarrow \text{CAM}$ 植物という順位で乾燥条件に対して適応進化していることになる。水利用効率は光合成速度と蒸散速度の比であるが、これには気孔の開閉機能も関係しているので単なる気孔の数だけで決まるものではない。しかし気孔数は水利用効率に関係する要素の1つであることに間違いない。こうした意味でゲロネグロおよびエルビスカイノ砂漠に生育している砂漠植物について気孔数調査を行なった。今回は上述した光合成タイプによる気孔数のグルーピングではなく、砂漠植物の気孔数が土壌の EC とどのような関係にあるかを中心にして検討した。

気孔数を調査した植物はゲロネグロ及びエルビスカイノ砂漠に生育している植物の中から植生調査の対象となった植物の葉や茎（主要な光合成器官）を採集してきて調査したものである。これらのデータを取りまとめて示したのが Table 4~Table 6 である。一般に葉の気孔数は裏面側に多いのが常であるが、砂漠植物でも同様の傾向が認められた。しかし例外として表面側のみにあるもの、裏面側とはほぼ同数の気孔数を表面側も持つもの等が認められた。種間の気孔数の比較は主要な光合成器官を対象に単位表面積当り気孔数とした。したがって、普通の植物では葉の表と裏の平均値を求めて単位表面積当り気孔数とした。また多肉のツルナ科やサボテン科の植物では表裏の区別がつかないので多くの測定値の平均値で表示した。なお比較しやすくするため各調査区とも草本類、カン木類、サボテン類にグルーピングして示した。

まず草本植物についてみると、ゲロネグロのラグーンから海岸砂漠を経て内陸へと進むにつれて気孔数は多くなることが明瞭である。これは海岸の草本類の多くが多年生であるのに内陸砂漠の草本類は1年生植物が多いからである。1年生植物は生活環が短く (Walter, 1968)、恵まれた水分環境下でのみ生育するため概して気孔数が多い傾向がある。しかし、永年

生のカン木類についても海岸から内陸砂漠に向かうにつれて多くなる傾向が認められる。このことからすると、1年生とか多年生という分け方から来る気孔数の差異もあるが、今1つは海岸ほど塩性植物が多いためと考えることができる。つまり、塩性植物は高い塩分濃度のところにおいても吸水する能力のある植物であり、耐旱性が強い植物に共通した生理的能力を有している。このような植物は水分損失を防止するため、気孔数を少なくして水分経済を有利にすると考えられる。カン木類についていえば、塩性植物の葉は年中着生しているが、内陸砂漠に多い普通のカン木類は乾季に入ると落葉してしまう。このような落葉性のカン木類は気孔数が多い傾向が見られる。しかし耐塩性のカン木類は気孔数が極めて少ない。*Atriplex* 属や *Frankenia* 属のカン木類がこれに相当する (Walter, 1968)。Table 4 のラグーン及び海岸植物の多くは塩性植物であり、これらの気孔数は少ないグループであるが、これと同様に少ない植物グループが内陸のエルビスカイノ砂漠にもみられる。これは乾燥条件に最も強いサボテン類である (Walter, 1968)。Table 6 には、ユッカツリー、リュウゼツランも含めてサボテン類としたが、こうした植物は乾燥に適応進化した CAM 植物である (Larcher, 1980) ため気孔数は極めて少ないことがわかる。普通の植物の $1/2$ から $1/3$ の数である。この半島に分布する多くのサボテン類は、大体気孔数が少なく効率的な水分経済を営んでいるものと推定される。エルビスカイノ砂漠のサボテン類の気孔数の平均値の $49/\text{mm}^2$ は海岸の塩性植物のそれに近いものであるが、このことは既述したように、きびしい乾燥砂漠と高い EC 値をもつ海岸では同じ生理的メカニズムが水分吸収に作用していることを示している。以上の Table 4~Table 6 の結果をまとめて各調査地ごとに草本、カン木、草本+カン木、サボテン類の平均値で整理し、EC, pH の関係でみたのが Table 7 である。草本、カン木の単位表面積当り平均気孔数は EC 値とは逆な関係が認められ、EC の大きいラグーンで少なく、EC の小さいエルビスカイノ砂漠で多いことが明らかである。両者間の相関係数を計算したが調査地点の数が少ないため有意な相関とはならなかったが、点数さえ多くなれば、当然有意な負の相関関係になることはこの表の結果からも予測できる。種数についても、EC とは逆相関関係がみられる。この点はずでに1) の項において有意な相関関係が成立したとことと一致している。

pH に関しては、pH が必ずしも海岸から内陸砂漠

Table 4. Stomatal frequency of plants leaves grown in lagoon, tideland and seaside of Guerrero Negro.

Species	Stomatal frequency (no/mm ²)		
	Abaxial	Adaxial	Mean
I. Lagoon			
<i>Spaltina foliosa</i>	22±6.1	13±4.0	35.0
<i>Batis maritima</i>	51±4.0	50±2.5	50.5
Mean	37±14	32±19	43±7
II. Tide land			
Herb.(A)			
<i>Suaeda californica</i>	37±4.7		37.0
<i>Salicornia virginica</i>	80±13.8		80.0
<i>Salicornia bigelovii</i>	78±6.9		78.0
<i>Batis maritima</i>	92±5.1	99±5.0	95.5
<i>Sesuvium verrucosum</i>	31±8.9	42±7.7	36.5
<i>Monanthochloe littovatis</i>	0	91±8.8	5.5
<i>Frankenia gradifolia</i>	173±12.2	0	6.5
Mean	70±52	58±40	65±23
Shrub(B)			
<i>Frankenia palmeria</i>	82±7.9	0	1.0
Total mean(A+B)	71±48	58±40	63±23
III. Sea side			
Herb.(A)			
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	71±6.5	92±9.5	81.5
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	61±8.6	0	0.5
<i>Abronia gracilis</i>	64±4.8	9±3.1	36.3
<i>Abronia carterae</i>	31±4.7	36±4.7	33.5
<i>Cressa truxillensis</i>	140±10.6	146±10.4	43.5
<i>Astragalus harbisenii</i>	192±14.1	99±12.6	45.5
<i>Plantago fastigiata</i>	141±16.8	95±10.6	18.5
<i>Linonium californicum</i>	42±3.1	33±4.3	37.5
Mean	93±54	64±48	78±47
Shrub(B)			
<i>Atriplex julacea</i>	76±7.4	44±6.9	60.0
<i>Frankenia palmeria</i>	82±7.9	0	1.0
Mean	79±3	22±12	51±10
Total mean(A+B)	90±48	55±47	73±44

まで一定傾向で変化しないため明確な相関関係を認めることはできない。しかし、海岸砂漠と内陸のエルビスカイノ砂漠を比べると、両者の間に気孔数、種数とも pH と同様に格段の差が認められる。従って、pH の影響もあるようにみうけられるが、pH と EC との相関関係からたまたまそのようになったまでで EC のような必然的な因果関係を言うにはもっと多くの調査が必要である。

摘 要

ビスカイノ砂漠の中央部に位置するゲレロネグロの海岸から内陸のエルビスカイノ（農業地帯）の両地点間に 9ヶ所の調査地を設けて植生、種数、気孔数と土壌の EC 値、pH 値との関係を検討した。

1. 土壌の EC 値は波打際から 20m までのところで最も高く、海岸から内陸へと進むにつれて低くなる

Table 5. Stomatal frequency of plant leaves grown in desert Guerrerri Negro (seaside).

Species	Stomatal frequency(no/mm ²)		
	Abaxial	Adaxial	Mean
Herb.(A)			
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	71±6.5	92±9.5	81.5
<i>Abronia carterae</i>	31±4.8	28±3.7	29.5
<i>Astragalus horbisonii</i>	192±14.1	95±10.6	143.5
<i>Plantago fastigiata</i>	141±16.8	95±12.6	118.0
<i>Lupinus succlulentus</i>	226±14.7	100±5.4	163.0
<i>Salsola kali</i>	69±3.6	64±1.7	66.5
<i>Chaenactis lacera</i>	11±5.7	15±2.8	13.0
<i>Phaseolus filiformis</i>	308±15.3	118±7.1	213.0
<i>Camiscarina grascifolia</i>	92±5.1	22±3.0	57.0
<i>Lotus bryabtii</i>	137±11.8	125±2.3	131.0
<i>Chamaesyce petrina</i>	109±9.4	89±4.9	99.0
Mean	126±84	76±36	101±57
Shrub(B)			
<i>Frankenia palmeria</i>	82±7.9	0	41.0
<i>Atriplex julacea</i>	75±7.5	41±6.9	58.0
<i>Lycium andersonii</i>	32±6.3	38±4.2	35.0
<i>Encelia farimosa</i>	117±6.4	78±3.1	97.0
Mean	77±30	39±27	58±24
Total mean (A+B)	112±76	67±38	90±53

傾向が認められた。海岸から約50km以上の内陸に入るとEC値は塩害発生の基準値である0.2ms/cmの200~250分の1になることが確認された。

2. 土壌のpH値は海岸が高く(pH8.0~9.0)、内陸に入ると低下し、海岸から65kmの内陸ではpH6.5~7.0であった。

3. 海岸から内陸へ向かってEC値が低下するのに対して、植生を構成する植物の種数は漸次多くなる傾向が認められ、両者間に高い負の相関関係がみられた。

4. 積算有占度(SDR₂)を指標に、ビスカイノ砂漠の植生を概観すると、海岸地帯ではカン木性の塩性植物(*Salicornia virginica*, *Frankenia palmeria*, *Cressa truxillensis*)と草本性のサボテンギク(*Mesembryanthemum crystallinum*)が優占しているのに対して、内陸地帯では耐乾的特性をもったサボテン類、カン木類が多かった。

5. 海岸砂漠に多いサボテンギクと内陸砂漠に多いサボテン科の植物は、EC値に対して対照的な分布を示し、EC値が0.2ms/cm~2.0ms/cmの範囲にサボテンギクが、0.2ms/cm以下の地域にサボテン類がみられ、両植物はEC値を判断する指標植物になることがわかった。

6. 土壌のEC値と砂漠植物の気孔数との関係を草本類、カン木類、サボテン類に分けてみると、草本類、カン木類では海岸から内陸に進むにつれて増加する傾向が認められた。この傾向は塩性植物の割合が内陸に入るほど少なくなることと関係していた。カン木類中、乾期に落葉する種は落葉しない種に比べて1/2~1/3の気孔数であった。

7. サボテンギクの現存量は、肥沃地(放牧牛に塩水、餌を与えた牧場跡地)で1.3±0.2kg/m²、一般原野で0.3±0.1kg/m²の風乾重であり、この植物の生産力の高いことが確認された。

文 献

- 縣 和一・竹内芳親・福元康文・遠山証雄・フアン A・ラリナガ M. 1996 ビスカイノ砂漠の植生 第1報 調査地による植生のちがい. 九大農芸誌, 50(3・4): 143-151
- Black, C.C. 1973 Photosynthetic carbon fixation in relation to net CO₂ up take. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24: 253-286
- Bohn, H. L. et al. 1979 *Soil Chemistry*. A Wiley-Interscience Publication, New York, pp. 1-209
- Larcher, W. 1980 *Physiological Plant Ecology*

Table 6. Stomatal frequency of plants leaves grown in desert of El Vizcaino (inland).

Species	Stomatal frequency(no/mm ²)		
	Abaxial	Adaxial	Mean
Herb.(A)			
<i>Cenchrus palneri</i>	125±11.1	95±6.6	110.0
<i>Aristida californica</i>	299±5.7	182±16.2	240.5
<i>Salsola kali</i>	69±13.6	63±11.7	66.5
<i>Lupinus succulentus</i>	227±14.7	100±4.9	163.5
<i>Plantago fastigiata</i>	141±16.8	95±10.6	118.0
<i>Chamaesyce petrina</i>	109±9.4	89±4.9	99.0
<i>Brassica haber</i>	411±8.5	268±12.8	339.5
<i>Camissaria grassifolia</i>	92±5.1	0	46.0
Mean	184±111	111±75	148±92
Shrub(B)			
<i>Prosopis glandulosa</i>	201±8.6	220±10.4	210.5
<i>Atriplex julacea</i>	78±5.1	36±2.4	57.0
<i>Lycium andersonii</i>	32±6.4	22±1.3	27.0
<i>Verbesina encelioides</i>	149±16.4	133±14.5	141.0
<i>Ambrosia dumosa</i>	117±6.4	78±3.1	97.5
<i>Bursera cerasifolia</i>	224±18.2	35±3.6	129.5
<i>Pereshiepsis perteri</i>	142±6.4	102±4.3	122.0
Mean	134±61	89±65	112±55
Cactus(C)			
<i>Pachycereus pringlei</i>	24±4.7*		24.0*
<i>Ferocactus gracilis</i>	30±5.4*		30.0*
<i>Leposereus schottii</i>	22±4.3*		22.0*
<i>Machaerocereus gumnosus</i>	29±4.5*		29.0*
<i>Lemaireocereus thurberi</i>	32±5.1*		32.0*
<i>Cylindropuntia inbricata</i>	70±8.9*		70.0*
<i>Cylindropuntia kariboea</i>	86±4.3*		86.0*
<i>Opuntia basilaris</i>	87±3.1*		87.0*
<i>Bengerocactus emoryi</i>	69±4.7*		69.0*
<i>Yucca whipplei</i>	71±3.9	51±45	61.0
<i>Agave sp.</i>	28±6.4	20±3.1	24.0
Mean	49±25	36±15	49±25
Mean(A+B)	161±95	101±71	131±79
Total mean(A+B+C)	111±91	99±68	96±74

*Stomatal frequency of stem surface.

Table 7. Mean values of EC, pH, stomatal frequency and number of species at different survey sites.

Survey sites	EC (ms/cm)	pH	Stomatal frequency (no/mm ²)				Number of species			
			Herb(A)	Shrub(B)	A+B	Cactus	Herb	Shrub	Cactus	Total
Lagoon	64±1.0	8.7±0.1	43±7	—	43±7	—	2	0	0	2
Tide land	4.68±0.36	8.6±0.1	65±23	41±10	63±23	—	7	1	0	8
Sea side	3.72±2.19	8.8±1.9	78±47	51±10	73±44	—	8	2	0	10
Desert(Guerrero Negro)	0.17±0.06	9.1±0.7	101±57	58±24	90±53	—	11	4	0	15
Desert(El Vizcaino)	0.02±0.01	6.5±0.5	148±92	112±55	131±79	49±25	8	7	11	26

- ogy. Springer-Verlag, Berlin, pp.1-303
- Numata, M. 1966 Some remarks on the methods of measuring vegetation. *Bull. Marine Lab. Chiba Univ.*, 8: 71-77
- 佐々木好之 他 1967 植生の調査法. 生態学実習書 (生態学実習懇談会編). 朝倉書店, 東京, 50-86 頁
- 内山泰孝・杉村順夫 1985 *Atriplex nummularia* のう状の形態と役割. 日作紀, 54: 39-46
- Walter, H. 1968 *Die Vegetation der Erde* I. Ves Gustav Fisher Verlag, Jena, pp.1-592
- Wiggins, Ira L. 1980 *Flora of Baja California*. Stanford Univ. Press, Stanford, pp.1-1025
- Winter, K., U. Liittage and E. Winter 1978 Seasonal shift from C_3 photosynthesis to crassulacean acid metabolism in *Mesembryanthemum crystallinum* growing in its natural environment. *Oecologia*, 34: 225-237

Summary

This survey was conducted to clarify the influences of EC and pH values of the Vizcaino desert soil on vegetation, plant species number and stomatal number of leaf which relates closely to photosynthesis and transpiration. Nine sites were established for survey from seashore (Guerrero Negro) to the central part (El Vizcaino) of the Vizcaino desert. In each site, above mentioned parameters were measured in August, 1983. Results obtained were as follows,

1. EC value of soil was the highest within range of 20m from seashore line, and then it decreased in inland area. At the site of 50km from seashore, EC value became 0.2 ms/cm, which was a critical point of salinity.

2. pH value of soil was higher (pH8-9) in seashore and it decreased in inland. the pH value at 65km site was suitable for crop plants growth (pH6.5-7).

3. Plant species number of the vegetation showed increasing trend with the distance from the seashore line. There was a high significant correlation between EC value and plant species number.

4. Vegetation survey was made by summed dominance ratio (SDR₂) method based on the coverage and plant height. Dominant species of vegetation in seashore were *Salicornia virginica*, *Frankenia palmeria*, *Cressa truxillensis* and *Mesembryanthemum crystallinum* belonging to halophyte. On the other hand, in inland area, there were a lot of cactus and shrub species belonging to Xerophyte.

5. *Mesembryanthemum crystallinum* which appeared in oceanic desert area and a lot of cactus which appeared in inland desert area showed the contrary distribution to EC values. That is, cactus *M. crystallinum* distributed in the areas of the value below 0.3ms/cm and of 0.3ms/cm - 1.0ms/cm, respectively. Therefore, it is considered that both plants will become to an indicator plant for EC value.

6. There was a negative correlation between stomatal number and EC value. That is, stomatal number of herb and shrub plants increased in inland. This was due to the decrease of halophyte species in inland. Stomatal number of shrub defoliated in dry season was half or one third of not defoliated shrub.

7. Biomass of *M. crystallinum* in wild range area was $0.3 \pm 0.1 \text{ kg/m}^2$ in mean dry weight. However, the value at abundant grazing area (paddock) was $1.3 \pm 0.2 \text{ kg/m}^2$. This value shows high productivity of this plant.