千葉縣太東海岸ニ於ケル植物生態學的研究

津 田 道 夫

MICHIO TSUDA: Phytoecological Studies on the Maritime Vegetation on the Seashore of Taito, Chiba Prefecture.

Received 15 May, 1936.

緒 言

植物生態學ノ見地ヨリ海岸ノ砂濱ハ古クカラ種々研究サレ論議サレテ居ル。砂濱ノ土壤中ニ含マレル鹽類ニ關シテハ、古ク SCHIMPER, WARMING 等モコレヲ論ジ、次イデ土壤中ノ鹽類ヲ化學的ニ定量スル方法ガ行ハレルニ到ツテ以來、KEARNEY (5), OLSSON-SEFFER (9), STOCKER (12), KOOPER (6), MONTFORT und BRANDRUP (8), BENECKE und ARNOLD, (1, 2) 及ビ我國ニ於テハ原 (3) 等多クノ人々ニヨツテ研究ノ結果ガ發表サレテ居ル。又水素イオン濃度ノ問題ガ生態學ニ於テ重要視セラル、ニ到ツテヨリ、SALISBURY (10, 11) 及ビ KURZ (7) 等ニヨツテ海岸或ハ湖岸ノ砂丘ノ水素イオン濃度ガ研究サレ、MONTFORT und BRANDRUP (8) ノ研究ニモ一部報告サレテ居ル。我國デハ山崎 (14) ノ研究ガアリ、原 (4) モ砂丘研究ノ中ニコノ問題ヲ一部報告シテ居ル。

著者ハ千葉縣太東海岸ノ砂濱ヲ選ビ、同地ニ於ケル土壤中ノ鹽類含有量及ビ水素イオン濃度ノ狀態ヲ研究セントシテコノ實驗ニ着手シタ。實驗ニ用キタ砂ハ出來得ル限り同一ノ條件ノ下ニ採集シタ。水素イオン濃度ハ採集後ナルベク間ノナイ砂ヲ五倍ノ蒸留水ヲ以ツテ一時間振盪シテ作ツタ滲出液ニツイテ比色法ニヨツテ測定シタ。鹽類含有量ハ直徑 0.5 耗ノ篩ヲ通過セシメタ氣乾狀態ノ砂ヲ五倍ノ蒸留水ニテ一時間振盪シテ作ツタ滲出液ヲ用キテ常法ニヨリ主トシテ鹽素ヲ定量シテコレヲ食鹽ニ換算シテ表シ、一部ハ硫酸ヲ定量シテコレヲ硫酸ナトリウムニ換算シテ表シタ。

地 形 及 ビ 植 物

太東海岸ハ千葉縣太東岬ノ北ニ位シ、南ハ岬ニ終ルモ北ハ遠ク延ビテ所謂九十九里濱ノ砂濱ニ續ク。實驗ニハ岬ニ近イ砂濱ヲ選シタノデアアルガ、コノ砂濱ハ東ハ太平洋ノ外海ニ面シ西ハ松林或ハ耕作地ニ續キ、ソノ間ノ廣サハ南方デハ約 50 米乃至 70 米位、北ニ向フニ從ツテ次第ニ廣クナリ 100 米或ハソレ以上ニ及ビソノ間ニ砂丘ガ起伏シテ居ル (挿入ノ寫眞ハ太東海岸ノ植生ヲ示ス)。

× 實驗地
〔大日本帝國陸地測量部地圖ニヨル〕

コノ砂濱ニ於ケル植物ノ状態ヲ觀察スルニ、數多ク且廣イ分布ヲ示スモノニ、はまぐるま (*Wedelia prostrata* HEMSL.), はまひるがほ (*Calystegia Soldanella* R. BR.), すなびきさう (*Tournefortia sibirica* L.), こうぼうむぎ (*Carex Kobomugi* OHWI), こうぼうしば (*Carex pumila* THUNB.), けかものはし (*Ischaemum antheroides* MIQ. var. *eristachyum* HONDA), めひじは (*Syntherisma sanguinalis* DULAC. var. *ciliaris* HONDA), おにしげ (*Zoysia macrostachya* FR. et SAV.) 等ガアル。コレラノ植物ハ廣クコノ砂濱ニ分布シ、且最モ海ニ近クマデ進出シテ居ル。コノ他ニ、かはらよもぎ (*Artemisia capillaris* THUNB.), はまにがな (*Lactuca repens* MAXIM.), はまうつぼ (*Orobanche ammophila* C. A. MEY.), はまごう (*Vitex rotundifolia* L. f.) 等モカナリ多ク見ラレル。ソノ他ニ、うんらん (*Linaria japonica* MIQ.), まつよひぐさ (*Oenothera odorata* JACQ.), はまゑんどう (*Lathyrus japonicus* WILLD.), すべりひゆ (*Portulaca oleracea* L.), まるばあかざ (*Chenopodium acuminatum* FRANCH. et SAV.), びらうどてんつき (*Fimbristylis sericea* R. BR.) 等モ僅カデハアルガ見出サレル。コレラノ植物ハ海カラ稍々遠イ所ニ生育シテ居ル。*

* コノ等ハ分布状態ハ統計的ナ方法デ調べタノデハナク單ニ觀察ニヨッタノミデアル。

實 驗 結 果

食鹽及ビ硫酸ナトリウムノ含有量ハ氣乾狀態ノ砂ニ對スル重量百分比デ表ス。尙、砂ハ特ニ斷ラザル限リ表面下 5 厘ノ深サカラ採集シタモノデアル。

結果 1 満潮時ニハ海水ニ被ハレ干潮時ニハ露出サレル様ナ波打際ニテ採集シタ砂ニツイテ測定シタ結果ヲ示スト：

pH 8.8, NaCl 0.383%, Na₂SO₄ 0.060%

デアル。コノ場所デハ多量ノ鹽類含有量ヲ示スガコレノ海水ノ影響ニヨル事ハ明カデアラウ。勿論ココニハ高等植物ハ生育シテ居ナイ。

結果 2 最モ海ニ近ク進出シテ居ル植物群落ノ中十ヶ所ヲ選ンデ群落ノ中ノ砂ニツイテ測定シタ結果及ビソノ群落ヲ構成スル主ナル植物ハ第一表ニ示サレテ居ル。

第 一 表

採集地番號	pH	NaCl	Na ₂ SO ₄	植 物
1	8.4	0.004 %	痕 跡	こうばうむぎ, はまひるがほ, めひじは
2	8.2	0.003 %		はまぐるま
3	8.8	0.003 %	痕 跡	おにしば
4	8.6	0.003 %	痕 跡	こうばうむぎ, はまひるがほ
5	8.6	0.004 %	痕 跡	はまぐるま
6	8.8	0.003 %		こうばうむぎ, こうばうしば
7	8.4	0.003 %	痕 跡	はまぐるま
8	8.8	0.003 %		こうばうむぎ, こうばうしば
9	8.8	0.004 %		こうばうむぎ, こうばうしば
10	8.8	0.003 %		こうばうむぎ, こうばうしば

コノ植物群落ハ汀線ヨリ約 10 米ノ所ニアル。食鹽含有量ハ非常ニ少ク硫酸ナトリウムハ僅ニ痕跡ヲ示スニ過ギナイ。砂ハカナリ強イアルカリ性ヲ呈ス。尙、コノ場所ニ於テモ暴風ノ直後ニハ食鹽含有量ガ 0.022%~0.057 % ヲ示シタ事が見ラレタ。從ツテ時的ニ鹽類含有量ガ増ス事ノアルノガ想像サレル。

結果 3 比較ノ爲ニ結果 2 ニ於テ測定シタ植物群落カラ直グ海ニ近ク植物ノ生育シテ居ナイ場所十ヶ所デ實驗ヲ行ツテミタ。(結果ハ第二表参照。) コノ結果 2 及ビ結果 3 ノ測定値ヲ比較シテミルト、前者ハ後者ニ比シテアルカリ性弱ク且食鹽含有量ガ少イ。コノ食鹽含有量ノ差ハ植物群落ガ約 1 米ノ小丘ノ上ニアル故地形上海水ノ影響ヲ受ケル事ガ少イ爲

第 二 表

採集地番 號	pH	NaCl
1	9.2	0.072 %
2	9.0	0.057 %
3	9.0	0.063 %
4	9.0	0.063 %
5	8.8	0.070 %
6	8.8	0.054 %
7	9.0	0.044 %
8	8.8	0.020 %
9	8.8	0.004 %
10	8.8	0.020 %

第一表、第二表ノ場所ヲ示ス番號ハ相對應シタ數字ガ夫々相對應シタ場所ヲ示スモノデアル。

ニ起ルモノデアラウト考ヘラレル。

結果 4 植物群落ガ極メテ海ニ近ク進出シタ特殊ナ場所トシテ、高サ約 2 米ノ砂ノ崖ノ海ニ面シタ側ニ植物ガ生育シ満潮時ニナルト海水ガコノ崖ノ直グ下マデ來ル様ナ所ガアル。コノ崖ノ海ニ面シタ側ノ種々ノ高サノ場所デ採集シタ砂デ測定シタ結果ガ第三表ニ示サレテ居ル。採集地番號 1 ノ場所ハ満潮時ニハ時々海水ヲ被ル事

第 三 表

採集地番號	pH	NaCl	Na ₂ SO ₄	崖ノ高サ	植 物
1	8.4	0.099 %	0.015 %	約 0.5 米	こうばうむぎ
2	8.8	0.006 %	痕跡	約 1 米	こうばうむぎ, はまぐるま
3	8.6	0.004 %	痕跡	約 2 米	こうばうむぎ, はまぐるま

ガアルガ食鹽含有量ハ著シク大キイ。尙、コノ場所ハコノ砂濱デ測定シタ植物ノ生育シテ居ル場所ノ中デ最大、且、他ニ較ベテ著シク大キイ鹽類含有量ヲ示ス場所デアアル。又崖ノ高サガ約 1 米ノ所デハ約 0.5 米ノ所ニ比シテコノ含有量が著シク小サクナル事ニ注意スベキデアラウ。高サ約 2 米ノ所デ種々ノ深サ (5 糎, 15 糎, 30 糎) ニ於テ食鹽含有量ヲ比較シタガ差ハ認メラレナカツタ。こうばうむぎガ時々海水ヲ受ケル様ナ所デ食鹽含有量ガ 0.099% ニモ達スル様ナ場所ニモ生育出來ルノハ興味アリ且、注意スベキ事デアラウト思ハレル。

結果 5 海カラ約 20 米乃至 40 米ノ地點ノ植物群落中ノ砂ニツイテ測定シタ結果及ビ群落ノ主ナル植物ハ第四表ニ示サレテ居ル。食鹽含有量ハ第一表ノ結果ヨリモ稍少クナツテ居ルガ水素イオン濃度ハ殆ンド變リナイ。食鹽含有量ヲ 5 糎, 15 糎, 30 糎ノ深サデ比較シテミタガ差ハ認メラレナカツタ。

第 四 表

採集地番號	pH	NaCl	植 物
1	8.6	痕跡	はまごう, はまひるがほ
2	8.2	痕跡	はまぐるま, はまひるがほ, おにしば
3	8.8	0.003%	はまぐるま
4	8.8	痕跡	こうばうむぎ, こうばうしば
5	8.8	0.003%	はまぐるま
6	8.6	0.003%	はまごう
7	8.2	0.003%	はまぐるま, はまひるがほ, かはらよもぎ, はまうつぼ
8	8.6	0.003%	はまひるがほ, おにしば
9	8.4	0.003%	はまひるがほ, おにしば
10	8.4	0.003%	すなびきさう

結果 6 海カラ約 70 米乃至 100 米ノ植物群落内デ採集シタ砂ニツイテ測定シタ結果及ビ群落ノ主ナル植物ハ第五表ニ示サレテ居ル。食鹽含有量ハ更ニ稍々減少ス

ル傾向が見ラレル。コノ場所デハ今マデノ結果ニ較ベテ砂ノアルカリ性が著シク弱イ事ニ特ニ注意スベキデアル。コレハ SALISBURY (10, 11) 及ビ KURZ (7) モ言ツテ居ル様ニ海カラ遠ザカルニ從ツテ次第ニアルカリ性が弱クナル (又ハ酸性ニ傾イテ行く) トイフ事ニヨルノデアラウ。

第五表

採集地 番 號	pH	NaCl	植 物
1	7.4	痕跡	こうばうむぎ
2	7.4	痕跡	かはらよもぎ
3	7.4	0.003%	こうばうむぎ

コノ海岸ノ海水ノ鹽類含有量及ビ水素イオン濃度ハ次ノ如クデアル。

pH 8.4, NaCl 2.630 %, Na_2SO_4 0.344 %

以上得タ結果カラ見テ太東海岸ノ砂濱デハ植物ノ生育シテ居ル場所ノ鹽類含有量 (主トシテ食鹽含有量) ハ非常ニ少イ事ガ知ラレル。唯第三表ノ採集地番號 1 ニ於テハ食鹽含有量ガ 0.099% トイフ著シク大キイ値ヲ示シテ居ルガコレハソノ場所ノ位置カラ見テ特殊ナ例ト考ヘラレル。尙鹽類含有量ハ海カラ遠ザカルニ從ツテ次第ニ小サクナル傾向が見ラレル。原 (3) ノ鳥取縣ノ砂丘ニ於テ實驗シタ結果ニハ土壤中ノ食鹽含有量ガ示サレテ居ルノデ直接比較ハ出來ナイ。KEARNEY (5) 或ハ WEAVER and CLEMENTS (13) モ言フ様ニ雨量ハ土壤中ノ鹽類含有量ヲ左右スル重要ナル條件ノ一ツデアルト考ヘラレルガ、千葉縣銚子及ビ勝浦測候所ノ報告ニヨレバコノ實驗ヲ行ツタ年ノ年雨量ハ銚子デハ 1658.9 耗, 勝浦デハ 2154.6 耗デアリ五ヶ年ノ年平均雨量ハ銚子デハ 1596.3 耗, 勝浦デハ 2120.5 耗デアル。KEARNEY (5) ノ報告スルトコロノ Los Angeles (年平均雨量 393 耗, 鹽類含有量 0.02%~0.15%), 及ビ Norfolk (年平均雨量 1302 耗, 鹽類含有量 0.003%~0.02%) ト太東海岸トヲ比較スルト, 雨量ニ於テ近イ値ヲ示ス Norfolk デハ鹽類含有量ニ於テモ亦近イ値ヲ示ス事が見ラレル。他ノ條件ヲモ考慮ニ入レナケレバナラナイ事ハ勿論デアルガ雨量ト鹽類含有量トノ間ニ關係ノアル事ヲ示ス一例ト考ヘテヨカラウ。

水素イオン濃度ハ pH 7.4 ト pH 9.2 トノ間ニアリ, コノ砂濱ノ土壤ハ強イアルカリ性ヲ呈スル事が見ラレル。海カラ約 70 米乃至 100 米ノ場所デハアルカリ性が著シク弱クナリ pH 7.4 ヲ示ス。著者ノ千葉縣銚子犬吠崎海岸ノ砂濱ニテ測定シタ水素イオン濃度ノ値ハ, 汀線ヨリ約 5 米乃至 10 米ノ植物ノ生育シテ居ナイ所デ pH 9.0~pH 9.2 デアリ, 約 20 米乃至 30 米ノ植物群落内デハ pH 8.4~pH 8.8 デアツテ太東海岸ノ砂濱ノ値ニ非常ニ近イ値ヲ示シテ居ル。SALISBURY (10, 11) ハ英國ノ砂丘ニ關スル研究ニ於テ, ソノ水素イオン濃度ハ pH 5.5~pH 7.6, 及ビ pH 5.5~pH 8.2 デアル事ヲ報告シテ居ルガ, ——地理的條件ノ差ハ勿論考慮ニ入レナケレバナラナイトシテモ——著者ノ得タ結果ハコレニ較ベテハルカニアルカリ性ノ強イ事ヲ見タ。山崎 (14) ハ我國海岸ノ三十七ヶ所ノ材料ニツイテ測定シテ pH 5.6~pH 7.8 ノ範圍ニアル事ヲ報告シ, 又原 (4) ハ鳥取縣ノ海岸砂丘ニ於テ測定シタ結果 pH 5.15~pH 6.78 デアル事ヲ報告シテ居ル。コレラノ結果モ著者ノ得タ結果トカナリ異ツタ値ヲ示シテ居ルガ, コレハ地理的ノ差カ, 海カラノ距離等ノ場所ノ差カ, 又兩

氏ノ測定ニハ氣乾狀態ノ砂ヲ用キテ居ルカラ或ハコノ爲デハナイカト考ヘラレル。

次ニ、比較ノ爲ニ東京小石川植物園内ノ海岸植物生育地及ビ日光中禪寺湖畔菖蒲濱ノ砂濱デ採集シタ材料ニツイテモ測定シタ。植物園内ニハ、はまひるがほ、すなびきさう、はまゑんどう、はまなす (*Rosa rugosa* THUNB.), こうばうむぎ, こうばうしば等ガ生育シテ居ルガ、コノ場所ノ土壤ニツイテ測定シタ結果ハ:

pH 6.2, NaCl 痕跡, Na_2SO_4 痕跡

デアル。コノ場所ノ土壤ハ酸性ヲ呈シ海岸程砂ガ多クナイ。土壤ヲ灼熱シテソレニヨル重量ノ減少ヲ測定シタガ、コノ灼熱損失量ハ太東海岸ノ砂 (植物群落内デ採集シタモノ) デハ 0.4%~0.7% デアリ, 植物園内ノ上記ノ場所ノ土壤デハ約 4% デアル。灼熱損失量ヲ土壤中ノ有機物含有量ト見做スナラバコノ點ニ於テ兩者ノ間ニカナリノ差異ガ認メラレル。中禪寺湖畔ノ菖蒲濱ノ砂濱ニハ、こうばうしばガ生育シテ居ル。コノ砂濱ノ砂粒ハ太東海岸ノ砂粒ニ較ベテカナリ大キイ。コノ砂濱ノ砂及ビ湖ノ水ハ極弱イ鹽素ノ反應ヲ呈スルガ、定量分析ハ行ハナカツタ。又水素イオン濃度ハ砂ハ pH 6.0~pH 6.4 デアリ, 湖ノ水ハ pH 7.0~pH 7.2 デアル。

以上ノ植物園及ビ菖蒲濱ノ土壤ノ状態ハ太東海岸ノ砂濱ニ較ベテ鹽類含有量ニモ差ハアルガ、特ニ水素イオン濃度ノ點ニ於テカナリ著シイ差ガ見ラレル。

茨城縣太田砂丘デ著者ノ觀察シタコロニヨルト同砂丘ノ極内方ニマデ普通海岸砂濱ニ見ラレル植物ガ生育シテ居リ同砂丘ノ植物ト太東海岸砂濱ノ植物トハソノ種類ガ非常ニヨク似テ居ル。又琵琶湖畔ニ或ハ利根川畔ニモ海岸砂濱ノ植物ノ生育シテ居ル事ガ知ラレテ居リ, KEARNEY (5) モミシガン湖畔ニ海岸植物ガ生育シテ居ル例ヲ報告シテ居ル。斯ク海岸砂濱ノ植物ガ鹽類含有量及ビ水素イオン濃度ノ點ニ於テ差ノアル場所ニモ——海岸砂濱ノ鹽類含有量モ微量デハアルガ——他ノ條件ノ如何ニヨツテハ生育出來ルトイフ事ハ生態學の見地ヨリ見テ興味アル事實デアルト考ヘラレル。

終リニ臨ミ, コノ實驗ニ當リ, 御指導ヲ賜ツタ柴田先生及ビ中野先生ニ厚ク感謝ノ意ヲ表シマス。又分類學上ノ御援助ヲ受ケタ本田博士ニモ厚ク感謝シマス。

摘 要

1 鹽類含有量ハ非常ニ少ク, 食鹽含有量ハ植物群落内ノ土壤デハ 0.003%~0.006% ニ過ギナイ。又數ヶ所デハ僅ニ痕跡ヲ示スノミノ所モアル。硫酸ナトリウムハ植物群落内ノ土壤デハ痕跡ヲ示スノミデアル。

2 唯一ヶ所, こうばうむぎノ生育セル場所デ食鹽含有量 0.099%, 硫酸ナトリウム含有量 0.015% ヲ示ス所ガアル。

3 暴風ノ直後等ニハ汀線ニ近イ植物群落ノ土壤ハ一時的ニ食鹽含有量ノ増加スル事ガアル。

4 土壤ハ強イアルカリ性ヲ呈シ, 植物群落内ノ土壤ハ pH 7.4~pH 8.8 デアル。

5 海カラ約 70 米乃至 100 米ノ地點デハアルカリ性ガ著シク弱クナリ pH 7.4 デアル。

東京帝國大學理學部植物學教室

文 献

1. ARNOLD, A. und W. BENECKE, (1935) Zur Biologie der Strand-und Dünenflora auf Borkum, Juist und Dem Hemmert. *Planta*, **23**.
2. BENECKE, W. und A. ARNOLD, (1931) Zur Biologie der Strand-und Dünenflora. II. Der Salzgehalt der natürlichen Standorte von *Agriopyrum junceum* P. B. und *Ammophila arenaria* ROTH auf dem Sandstrand von Norderney. *Ber. d. Dtsch. bot. Ges.*, **49**.
3. 原 勝 (1935) 砂丘土壤に於ける鹽素含有量と植生との關係に就て 日本林學會誌 第十七卷
4. ——— (1932) 砂丘造林ニ關スル研究 鳥取高等農業學校學術報告 第一卷
5. KEARNEY, T. H. (1904) Are plants of sea beaches and dunes true halophytes? *Bot. Gaz.*, **37**.
6. KOOPER, W. J. C. (1927) Sociological and ecological studies on the tropical weed-vegetation of Pasuruan (The Island of Java).
7. KURZ, H. (1923) Hydrogen ion concentration in relation to ecological factors. *Bot. Gaz.*, **76**.
8. MONTFORT, C. und W. BRANDRUP, (1927) Physiologische und Pflanzengeographische Seesalzwirkungen. II. Ökologische Studien über Keimung und erste Entwicklung bei Halophyten. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, **66**.
9. OLSSON-SEFFER, PEHR. (1909) Relation of soil and vegetation on sandy sea shores. *Bot. Gaz.*, **47**.
10. SALISBURY, E. J. (1922) The soils of Blakeney Point: A study of soil reaction and succession in relation to the plant covering. *Ann. Bot.*, **36**.
11. ——— (1925) Note on the edaphic succession in some dune soils with special reference to the time factor. *Journ. Ecol.*, **13**.
12. STOCKER, O. (1924) Beiträge zum Halophytenproblem. Ökologische Untersuchungen an Strand- und Dünenpflanzen des Darss (Vorpommern). *Ztschr. Bot.*, **16**.
13. WEAVER, J. E. and F. E. CLEMENTS, (1929) *Plant Ecology*.
14. 山崎嘉夫 (1927) 砂丘の酸度研究の一端 (遺稿) 林學會雜誌 第九卷

Résumé.

These studies were conducted on the sandy seashore of Taito, Chiba Prefecture. We found that the soils there covered with vegetation usually had a very low salt content, namely, 0.003–0.006 per cent NaCl by weight referred to the dry weight of the soil. An exception, however, was found in a community of *Carex Kobomugi* OHWI, the soil of which contained 0.099 per cent NaCl and 0.015 per cent Na₂SO₄. The soils are strongly alkaline; the pH values as usually found in soils covered with vegetation being between 7.4 and 8.8. The lowest pH value (7.4) was found in vegetation 70 meters and more distant from the shore.

(The Botanical Institute, Faculty of Science,
Tokyo Imperial University.)