

選択的に収録したハンドウイルカの鳴音について

誌名	水産工学研究所研究報告
ISSN	03889718
著者	石井, 憲 畠山, 良己
巻/号	8号
掲載ページ	p. 141-168
発行年月	1987年3月

選択的に収録したハンドウイルカの鳴音について

石井 憲*・島山良己*

目 次

1. はじめに	141	4. 検 討	152
2. 原理と方法	141	5. おわりに	160
2.1 収録の方法	141	参考文献	160
2.2 解析の原理と方法	141	Summary	167
3. 結 果	148		

1. はじめに

我々は、音波によるイルカの行動制御技術の研究に取り組んでいる。その一つとして、イルカの鳴音を検知すると、自動的に威嚇波を送波する超音波自動応答装置を開発した。これは、GP-IB マリントランスポンダと呼んでいるが、詳細については文献 1) で報告している。GP-IB マリントランスポンダ・システムに於ては、検知したイルカ鳴音をマイクロ・フロッピー・ディスクに収録することができる。本報告ではこうして得られた鳴音データの解析結果について述べる。又、鳴音の収録に際しては、同時に威嚇波を送波して、その反応行動を VTR に録画した。威嚇波に対する反応行動の詳細については、別途報告する予定である。

2. 原理と方法

2.1 収録の方法

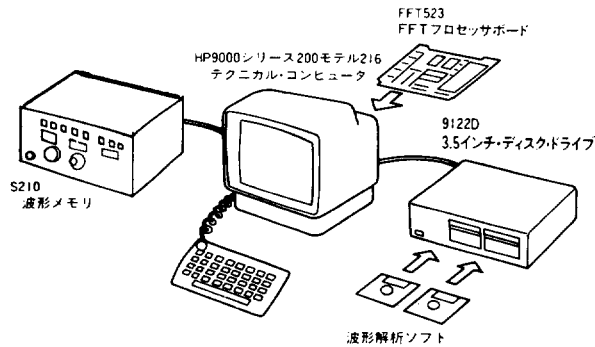
実験は1986年2月に、老岐のイルカ池で小区分に区切ったおよそ 40 m × 70 m の生簀内で2頭のハンドウイルカに対して行った。

2月16日にマリントランスポンダを使った威嚇実験を行ない、その際鳴音データを FD に収録した。

収集のタイミングは、ほぼ同一の事例で行った。生簀の一端に配置した hidroホンや威嚇装置の近辺で投餌を行ない、それをめがけてきたイルカに対してその鳴音を収録した。

2.2 解析の原理と方法

全部で 16 KB のデジタル・データを 1 KB ずつに分割して、波形を表示した後、それぞれ FFT 計算し、結


 図 1 システム構成
 The block diagram

果を同一画面に表示するプログラムを開発した。

FFTの基本ソフトとしてアーム FFT 100 高速波形解析システムを利用した。

図1にシステム構成を示す。

波形メモリからデータファイルに取り込む作業は BASIC で行い、解析部分は PASCAL 言語で行なった。

FFT 100 システムのソフトウェアを NSA 200 と呼んでいるが、NSA 200 にはコマンドが用意されている。

ユーザはコマンドの組み合わせをプロシジャファイルに格納して実行する。

今回は、種々のプロシジャファイルを開発して解析の効率化をはかった。実はデータ収集から FFT 解析に至

るかけ橋として表1に示す①～④の一連の作業を経る必要がある。

今回示すのは、④の FFT 表示に関する項目である。

アナログ信号は、BASIC データ収集プログラムによってデジタル化され生データファイルが作成される。

『マリントランスポンダ駆動プログラム』マイクロフロッピーディスクにある“GPIBMAR”ファイルのデータ読み出しルーチンによって、ASCII 中間ファイルが作成される。次に PASCAL 下で NSA 用データファイルを作成する。FFT 解析する際にはこれが作業用データファイルにコピーされて 1KB ずつ計算される。

図2に解析処理のフローを示した。

表1 ファイル一覧表

The filing table

順序	項目	ファイルの種類	言語とプログラム・ファイル名	データファイル名の例	備考
1	16KB データの作成	生データファイル「保存」	BASIC ファイル名「GPIBMAR」の Fd-read ルーチン	“A1”	実験終了後、Fd-read ルーチンで、パラメータが一部追加登録される。16KB 分が1個
2	1KB ずつの BASIC データ 16分割ファイルの作成	ASCII 中間ファイル「非保存」	BASIC ファイル名「GPIBMAR」の Ascii-ルーチン	“13-00-1K1” } “13-00-1K16”	1KB 分が16個
3	PASCAL 用のデータ変換	NSA 用データファイル「保存」	PASCAL ファイル名「ASCII-PAS」プログラム	“FIL1-13-00” “FIL2-13-00” “FIL3-13-00”	6KB 分 6KB 分 4KB 分
4	FFT 表示 16データの重ね書き	作業用ファイル「非保存」	PASCAL ユーザ・プロシジャファイルによる。	“FIL1” “FIL2” “FIL3”	6KB 分 6KB 分 4KB 分

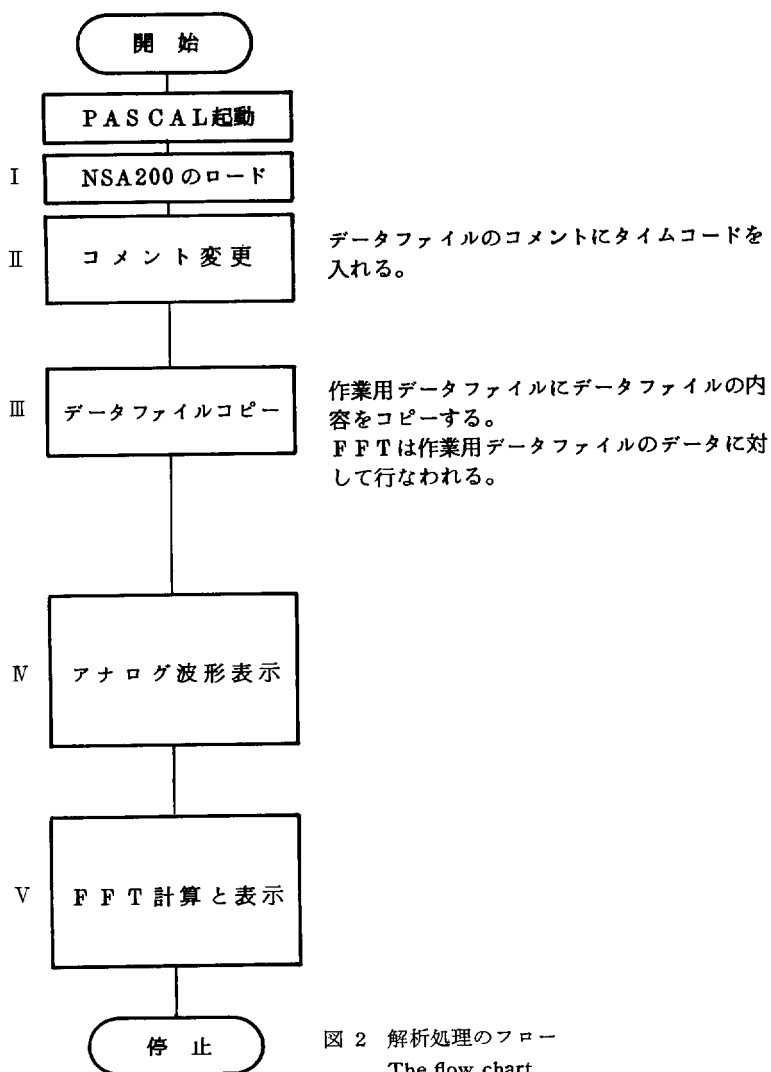


図 2 解析処理のフロー
The flow chart

表2 収録された鳴音の一覧

The whistles and clicks acquired

番号	タイムコード	サーチモード	ピーク音圧 (0dB re $1\mu Pa$)	鳴音の種類	ロックイン周波数 (kHz)	抑揚 (kHz)	コンター 分 類	送波レベル 係数 (X_x)
1	13:00:39	High	147.0	Clicks	—	—	—	1,000
2	13:01:55	Low	131.8	Clicks	—	—	—	"
3	13:02:53	Low	133.0	Whistle	10.0	+5.0	I	"
4	13:03:57	Low	125.5	Whistle	8.5	+4.0	I	"
5	13:05:00	Low	121.7	Whistle	6.5	—	VI	"
6	13:06:04	High	123.1	Whistle	8.0/16.0	—	VI	"
7	13:07:45	Low	136.1	Clicks+Whistle	14.2	—	—	"
8	13:09:06	High	147.0	Clicks	—	—	—	"
9	13:09:52	High	116.3	Whistle	13.0	—	VI	"
10	13:10:41	High	139.3	Clicks	—	—	—	"
11	13:14:37	Low	126.5	Whistle	8.3	—	I	300
12	13:15:42	Low	125.5	Whistle	6.0/7.5	+6.5	I	"
13	13:16:29	Low	129.9	Whistle	8.3	—	I	"
14	13:17:13	Low	127.6	Whistle	8.6	+6.4	I	"
15	13:17:59	Low	127.6	Whistle	13.5/14.0	—	II	"
16	13:18:45	Low	124.6	Whistle to Clicks	7.5	+4.5	I	"
17	13:22:27	Low	126.3	Whistle	8.8	+6.7	I	"
18	13:23:39	High	123.0	Whistle	13.5/27.0	—	VI	"
19	13:24:49	Low	127.6	Whistle	7.8/8.0	—	VI	"
20	13:26:02	Low	133.1	Whistle	9.5/10.8	+2.5	III	"
21	14:47:13	Low	135.5	Whistle	9.5	—	I	100
22	14:48:40	High	123.9	Whistle	17.0/34.0	—	VI	"
23	14:52:00	Low	123.1	Whistle	8.0	—	I	"
24	14:52:52	Low	119.5	Whistle	8.0	+9.0	I	"
25	14:53:52	Low	122.4	Whistle	10.2	+1.0	III	"
26	14:55:21	Low	150.3	Whistle+Clicks	8.4	—	I	"
27	14:56:42	Low	117.6	Whistle	8.8	+8.2	I	"
28	14:57:32	Low	131.0	Whistle	8.0	—	I	"
29	14:58:26	Low	131.0	Whistle	8.7	+3.0	I	"
30	14:59:38	Low	127.7	Whistle	9.3	—	I	"

番号	タイムコード	サーチモード	ピーク音圧 (0dB re 1 μ Pa)	鳴音の種類	ロックイン周波数 (kHz)	抑揚 (kHz)	コンター 分類	送波レベル 係数 (X_r)
31	15:09:44	Low	128.6	Whistle	9.0	+8.0	I	30
32	15:10:59	Low	118.6	Whistle	8.2	—	VI	"
33	15:12:10	Low	123.1	Whistle	10.8	—	I	"
34	15:13:37	Low	116.3	Whistle	8.2	+6.8	I	"
35	15:15:09	Low	128.9	Whistle	13.3/13.7/14.4	—	II	"
36	15:16:43	Low	122.0	Whistle	14.0	—	IV	"
37	15:18:23	Low	130.2	Whistle	9.3	+7.5	I	"
38	15:20:17	Low	147.0	Clicks	—	—	—	"
39	15:21:57	Low	130.2	Whistle	8.3	-0.8	IV	"
40	15:23:15	Low	117.6	Whistle	9.4	—	IV	"
41	15:24:47	Low	—	—	—	—	—	—
42	15:26:15	High	—	—	—	—	—	—
43	15:29:41	Low	119.4	Whistle	8.2	+9.0	I	10
44	15:31:15	High	123.7	Whistle	15.0/30.0	—	VI	"
45	15:32:53	Low	127.0	Whistle	5.5/9.5	—	I	"
46	15:35:11	Low	123.0	Whistle	7.5/11.0	—	II	"
47	15:36:45	Low	129.4	Whistle	8.0	—	IV	"
48	15:38:14	Low	127.0	Whistle	9.7/10.7	+1.1	III	"
49	15:39:49	Low	123.7	Whistle	8.0/11.8	—	III	"
50	15:41:47	Low	125.5	Whistle	8.8	+6.2	I	"
51	15:43:25	High	125.5	Whistle	24.0	—	VI	"
52	15:46:23	Low	132.8	Whistle	13.0	—	II	1
53	15:47:49	Low	121.4	Whistle	11.0	—	II	"
54	15:49:11	Low	125.5	Whistle	9.0	—	I	"
55	15:51:22	Low	121.4	Whistle	11.2	+2.5	I	"
56	15:52:57	Low	157.0	Clicks	—	—	—	"
57	15:55:06	Low	118.2	Whistle to Clicks	9.8	—	VI	"
58	15:58:13	Low	118.2	Whistle	7.8	+3.4	I	"
59	16:05:05	Low	—	Whistle	7.6	—	VI	3
60	16:06:57	Low	123.0	Clicks+Whistle	7.2	—	VI	"
61	16:11:31	Low	—	Clicks+Whistle	—	—	—	"
62	16:13:53	Low	149.3	Clicks	—	—	—	"

番号	タイムコード	サーチモード	ピーク音圧 (0dB re 1 μ Pa)	鳴音の種類	ロックイン周波数 (kHz)	抑揚 (kHz)	コンタ 分 類	送波レ 係数 (X_2)
63	16:15:58	Low	125.5	Whistle	8.8	+6.7	I	3
64	16:20:03	Low	121.4	Whistle	9.0/11.3	-3.7	II	1
65	16:24:09	High	—	Whistle	—	—	—	"
66	16:27:06	High	129.0	Whistle	8.0	—	VI	"
67	16:29:41	Low	113.7	Whistle	10.3	—	VI	"

表3 識別モードの頻度
The frequency of the detection modes

送波ピークレベル (dB/m)	Whistle		Clicks		Whistle/Clicks		"Low"	"High"
	"Low"	"High"	"Low"	"High"	"Low"	"High"		
125	5		4		1		5	5
	3	2	1	3	1	0		
135	9		0		1		9	1
	8	1	0	0	1	0		
145	9		0		1		9	1
	8	1	0	0	1	0		
155	9		1		0		10	0
	9	0	1	0	0	0		
165	9		0		0		7	2
	7	2	0	0	0	0		
185	5		1		1		7	0
	5	0	1	0	1	0		
175	2		2		1		5	0
	2	0	2	0	1	0		
185	4		0		0		2	2
	2	2	0	0	0	0		
計	52		8		5		54	11
	44	8	5	3	5	0		

13:02:53 Low DLT.T: .0220 (ms)
 PRHL00 DLT.F: 29.5929 (Hz)

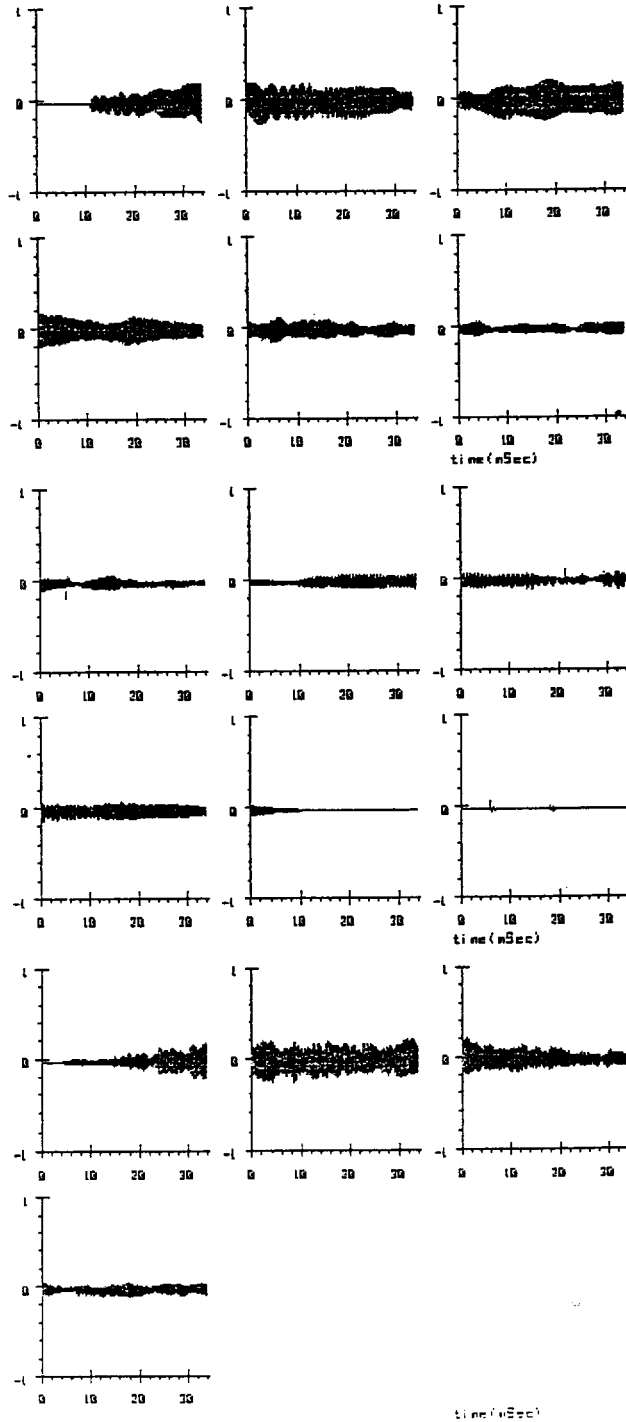


図 3-1 ハンドウイルカの鳴音の時間軸表示 13:02:53 Low
 The dolphin's whistle

13:02:53Low

OLT.T: .0330(ms)

RRM100

OLT.F: 29.5928(Hz)

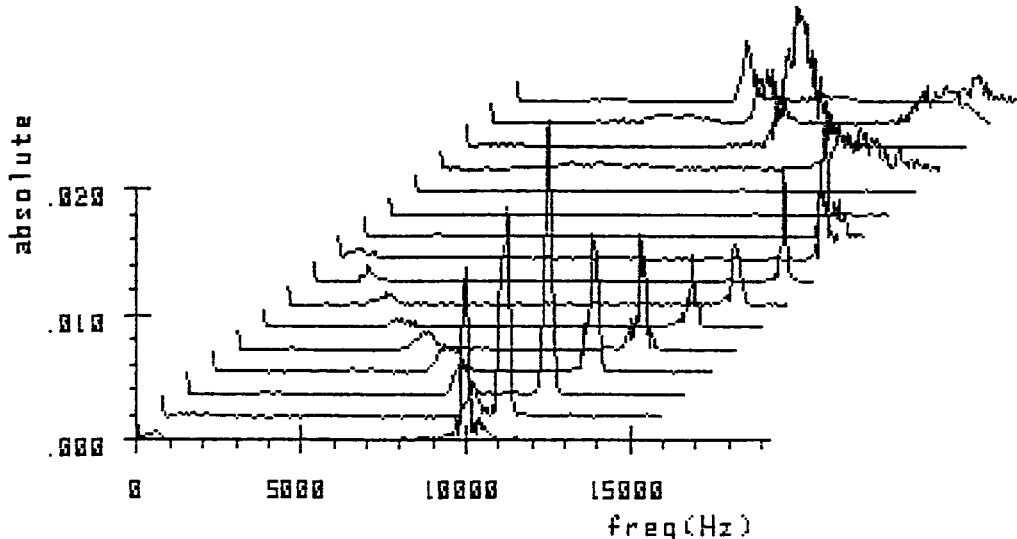


図 3-2 ハウドウイルカの鳴音の FFT 表示 13:02:53 Low
The FFT result of the dolphin's whistle

3. 結 果

パワーアンプの最大送波レベルを 185 dB/m に設定した。この範囲内でピークの送波レベルを数段階に調節し、送波音圧と反応行動の関係を観察した。

表 2 に全データ 67 個の主要なパラメータと鳴音の概要を記載した。サーチモード欄の Low は $33\mu\text{s}$ サンプリング・タイム, High は $11\mu\text{s}$ のサンプリング・タイムである。鳴音の種類欄の Whistle to Clicks はホイッスルが終ってからクリックスが現われた場合を示し, Clicks + Whistle はホイッスルとクリックスが混在する場合を示す。ロックイン周波数はホイッスル信号をメモリに記憶し始めた時の周波数である。抑揚の欄はホイッスルの周波数の変化幅を示した。コンター分類は竹村²⁾ にならってホイッスルを 6 種類に分類したもので, 第 4 章で詳しく検討する。表中, 厳密に算出できないものは, 横線を入れた。

実験は, なかにインターバルを入れて 13 時から 16 時半

進行なわれ, 実験中は, バラツキはあるが, ほぼ 1 分間に 1 回の割合で鳴音を収録した。逆にいえば, 威嚇波をその割合で送波したということでもある。

各ピーク送波レベルごとの, “High” モードサーチか “Low” モードサーチかの回数を示した (表 3)。圧倒的に “Low” モードが多い。

入力ピーク音圧はホイッスルで 120~130 dB, クリックスで約 150 dB 弱が多かった。

表 3 にホイッスルとクリックスの頻度を記した。

図 3 にホイッスルの例 (13:02:53 Low) を示す。

図 3-1 の時間軸表示は全 16 KB 信号データを 1 KB ずつに分割して並べたものである。図 3-2 の FFT 表示は, 分割された 1 KB データを FFT 計算し, その絶対値を同一画面上に原点をずらして描いたものである。

図 4 にクリックスの例 (13:00:39 High) を示す。

図 5 に whistle と clicks の混合した例 (13:07:45 Low) を示す。

Low モードでは鳴音入力信号の帯域に較べて, サン

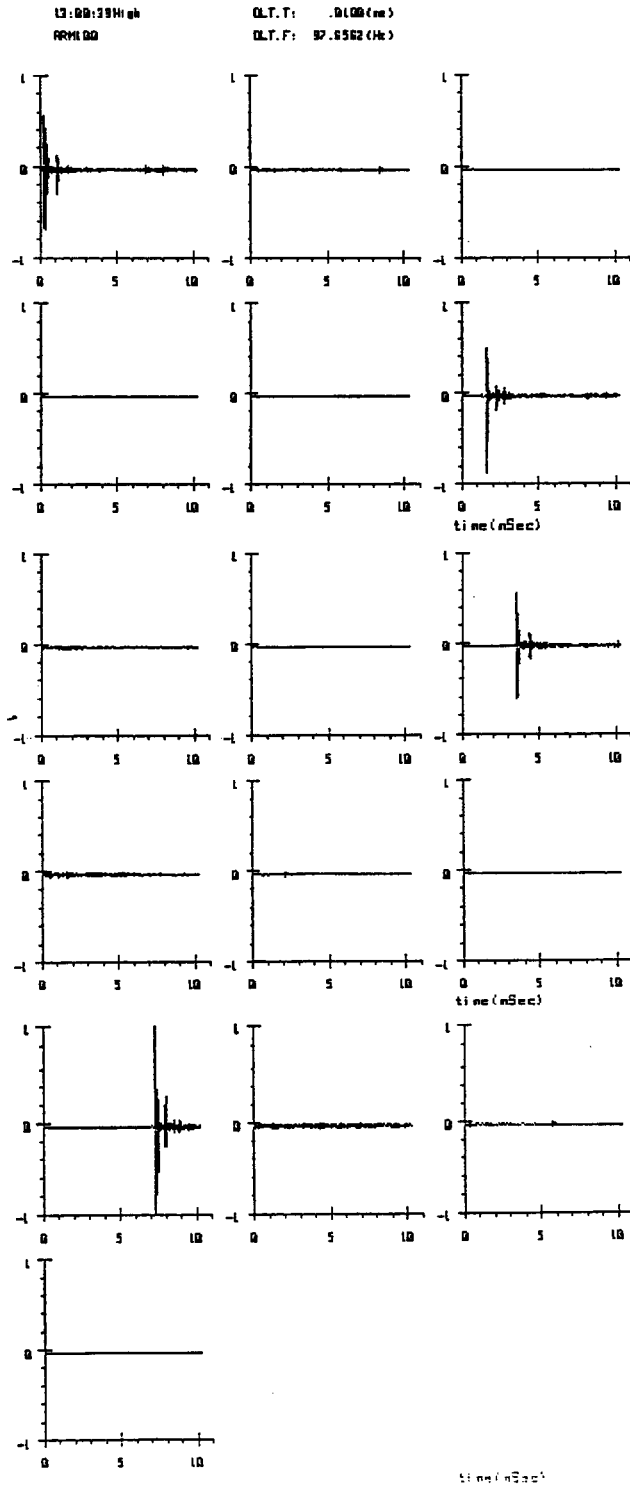


図 4-1 クリックス 13:00:39 High Clicks

13:00:39 High

DLT.T: .0100 (ms)

ARM100

DLT.F: 97.6562 (Hz)

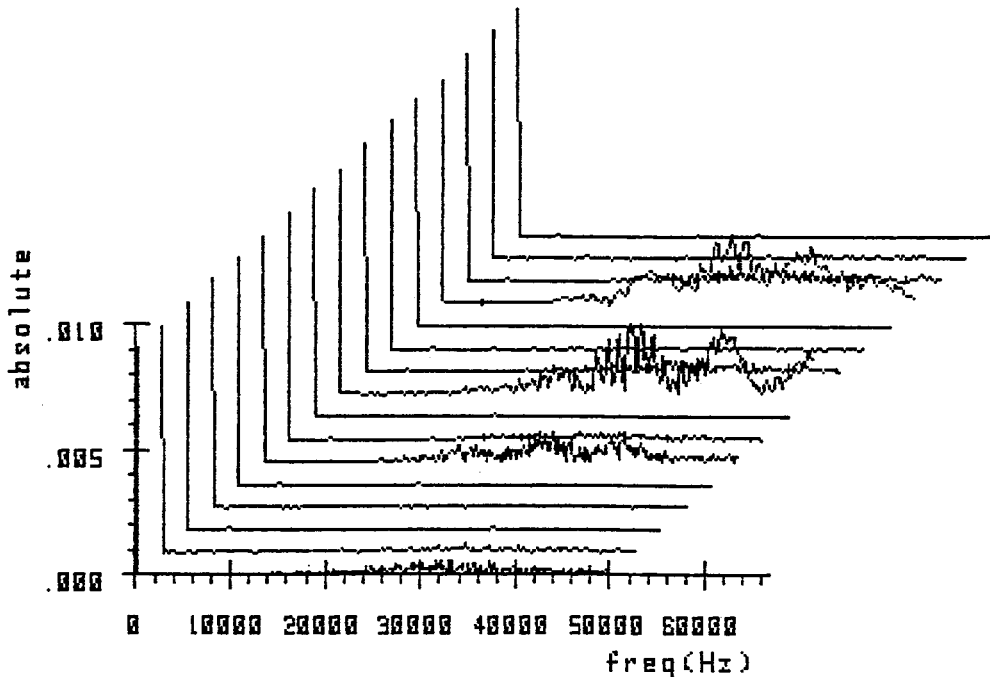


図 4-2 クリックの FFT 表示 13:00:39 High
The result of FFT

プリングクロックが遅い為、クリックは理想的な形ではサンプリングされていない。クリックの間隔は数十 ms である。

今回の収録方法の限界として、メモリー容量の不足がある。ホイッスルでは数秒続くことも観測されているが、サンプリング周波数とメモリー容量の関係で、“Low”モードでは収録時間は 528 ms である。67個のうち完全に最初から最後までとり込めたのは図 3 の 13:02:53 Low を始めとして、表 2 の番号 3, 24, 27, 29, 31, 32, 34, 39, 57, 60 の 10 個で、ほとり込めたのが表 2 の番号 4, 7, 12, 14, 16, 17, 20, 25, 30, 37, 43, 48, 50, 55, 98, 63, 64, 65 の 18 個であった。その例を図 6 (14:58:26 : Low), 図 7 (13:15:42 Low), 図 8 (14:53:52 Low) に示す。今回、トリガーディレイは“Low”モードで 26.4 ms である。このトリガーディレイ機能によって、鳴音途中で検出してもそれ以前からデータとしてとり込める。今回の設定タイムは、メモリー容量の不足の為、短かくとらざるをえなかった。今回は、主にホイッスルについての解析結果を示す。

デジタイザーに前置したフィルターは、傾きが小さい為、サンプリングタイムに対応した周波数帯域に制限するには不十分であった。例えば、13:02:53 Low (図 3-2) では、2 系統の折り返しひずみがみられる。まず第一に、最初から 9 KB 目のデータ迄、主成分が 10 kHz から漸増しているのに対して、0.5 kHz 迄漸減している成分が見られる。これは主成分の第 2 高調波が、15 kHz を境に折り返した為に表示されたもので、実際には存在しない成分である。次に主成分が 9 KB 目で 15 kHz にぶつかって以降、実際は 15 kHz 以上にそのまま漸増しているのであるが、15 kHz で折り返して表示されている。

ロックイン周波数は、“Low”モードでは 6 kHz~15 kHz 迄分布していた。15 kHz 以上の場合も考えられるがサンプリング周波数の関係で不明である。

“High”モードでは 30 kHz から観測された例もあるが、15 kHz より低い成分があるかについては、前段に 15 kHz がカットされてしまうフィルタが設置されているので不明である。

選択的に収録したハンドウイルカの鳴音について

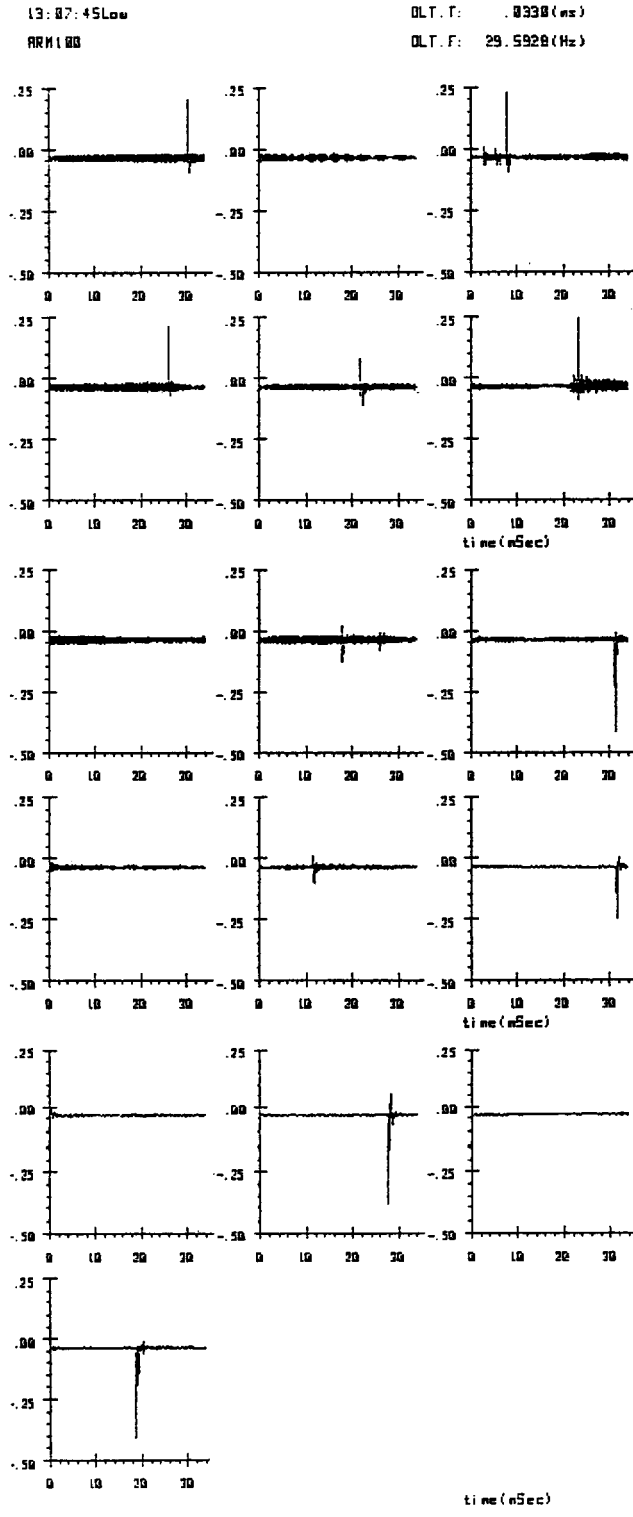


図 5-1 ハンドウイルカ鳴音 13:07:45 Low
The dolphin's whistle

13:07:45 Low

DLT.T: .0330 (ms)

ARM100

DLT.F: 29.5920 (Hz)

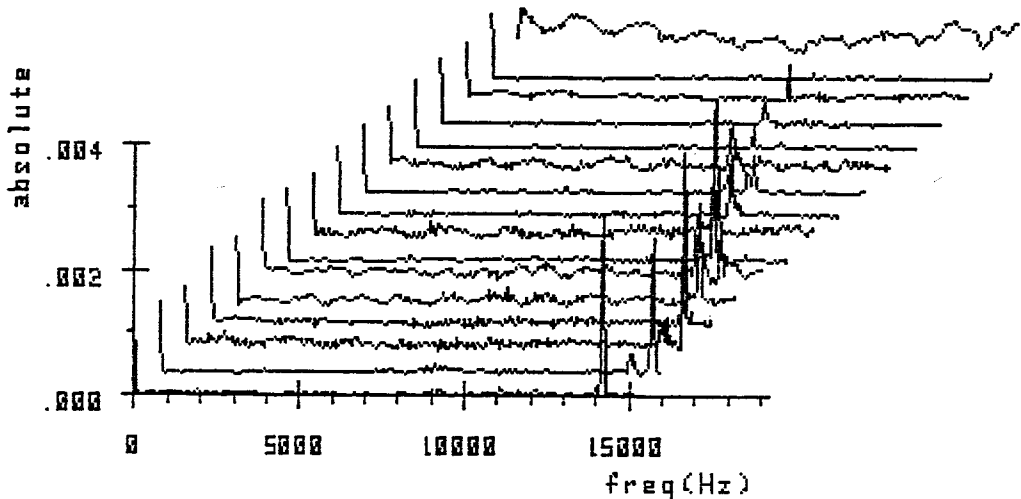


図 5-2 ハンドウイルカ鳴音の FFT 表示 13:07:45 Low
The result of FFT

4. 検 討

竹村は文献 2) で彼が収録した 1,629 の鳴音について分類した結果を公表している。

今回、我々が収集した計55のホイッスルは、マリントランスポンダによって選択的に収録されたものであり、竹村のアナログデータレコーダによる方法とは違うが、彼の分類法にならって、分類を試みた。

竹村の分類を下記に示す。

- 第Ⅰ型 尻上がりの Contour を示すもの (時間の経過と共に周波数が高くなる型)
- 第Ⅱ型 尻下がりの Contour を示すもの (時間の経過と共に周波数が低くなる型)
- 第Ⅲ型 山型の Contour を示すもの (時間の経過と共に周波数が一時高くなり続いて低下する型)
- 第Ⅳ型 谷型の Contour を示すもの (第Ⅲ型と逆のパターンを示す型)
- 第Ⅴ型 波型の Contour を示すもの (上記 4 型の組

み合わさったように見える型——抑揚のはげしい型)

第Ⅵ型 抑揚のない Contour を示すもの (周波数が時間的にほとんど変化しない型)

我々が今回得た鳴音の中から代表的な例を各型ごとに下記に示す。

- I 14:58:26 Low 図6-2
- II 13:17:59 Low 図9-2
- III 14:53:52 Low 図8-2
- IV 15:23:15 Low 図10-2
- VI 13:05:00 Low 図11-2

我々のデータでは、I と VI がほとんどを占め、V はみられなかった。これは、収録時間の短かさに原因があると思われる。

竹村は、観察収録した鳴音をその時の状況毎に分類し、各状況下での行動のすべてを一まとめにしてその時の鳴音と行動との関係を調べた。

表 4 にその分類結果を示した。各項目の記号は著者が付した。表 4 の中で、A~I が竹村の収録したデータに

選択的に収録したハンドウイルカの鳴音について

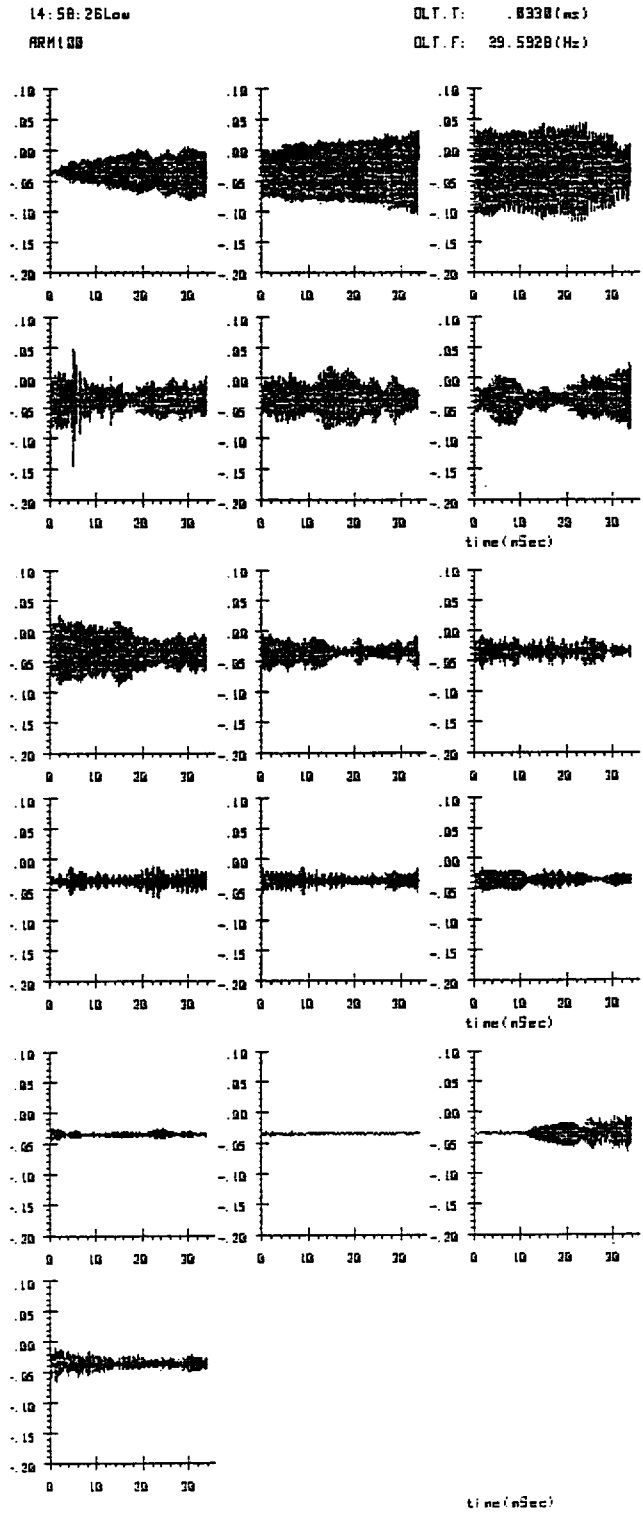


図 6-1 ハンドウイルカの鳴音 14:58:26 Low
The dolphin's whistle

14:58:26Low

DLT.T: .0330(ms)

RRR100

DLT.F: 29.5928(Hz)

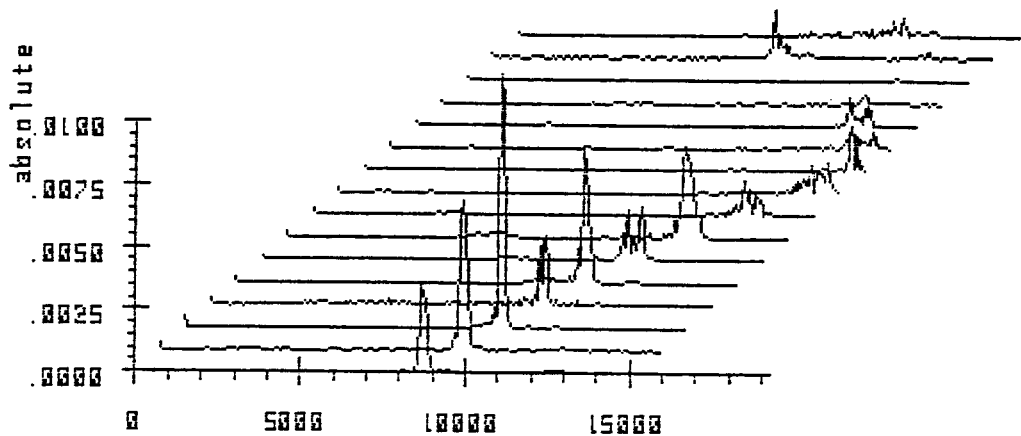


図 6-2 ハンドウイルカの鳴音の FFT 表示 14:58:26 Low
The result of FFT

対するものであり、その分けを下記に示す。

- A 生殖, 追尾行動をおこす前
 - B 生殖, 追尾行動中
 - C 輪投げ, ジャンプ等ショーの最中
 - D 一頭が衰弱した時 (死亡の一日前)
 - E 一頭が死亡した直後
 - F 瀕死の状態
 - G 通常の遊泳状態
 - H 15年以上前, 西海橋で飼育されていたハンドウイルカ (五島で捕獲, 長期飼育)
 - I 紀州, 伊豆方面で捕獲, 飼育中の通常の遊泳時
- 表4のJは, 著者のデータに対するものである。投餌中ということで分けした。

表4のデータに対してクラスター分析を行ない, デンドログラムと SPIDER TREE を得た。図12, 13 に示す。著者のデータは IN EAT として J 番目に登録したが, これのみで層を構成しており, 竹村のデータの分類とは

独立している。

次に, 竹村は, 地域別にその特徴を分類している。表5が地域分けしたデータで, A から K が竹村のデータによるものである。表中の項目に対する記号は著者が付した。

下記に地域分けの項目を示した。

- A 西海橋水族館 2. 1980
- B 西海橋水族館 12. 1980
- C 瀕死 老岐
- D 飼育中 老岐
- E 海域 老岐
- F 飼育中 太地
- G 博物館 太地
- H 三津シーパラダイス 1979
- I 三津シーパラダイス 1. 1980
- J 三津シーパラダイス 2. 1980
- K 三津シーパラダイス 3. 1980

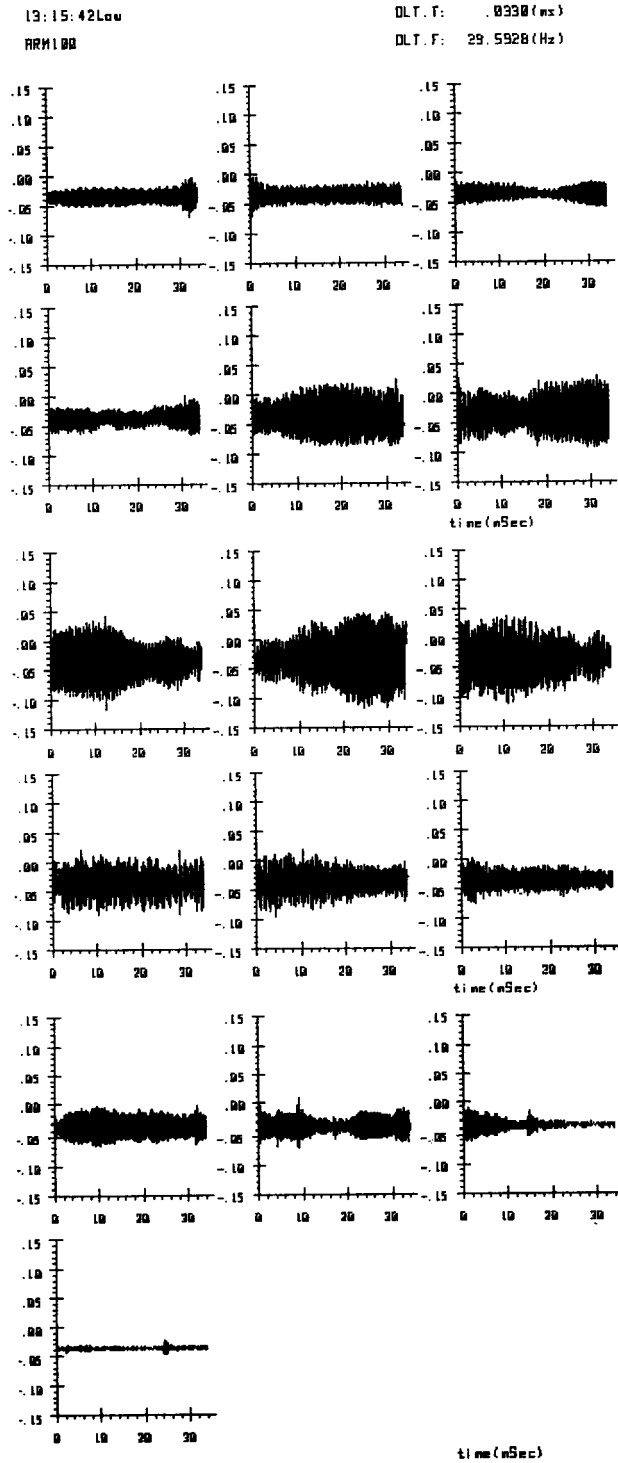


図 7-1 ハンドウイルカの鳴音 13:15:42 Low
The dolphin's whistle

13:15:42Low

O.L.T.: .0330 (ms)

RRM100

O.L.F.: 29.5928 (Hz)

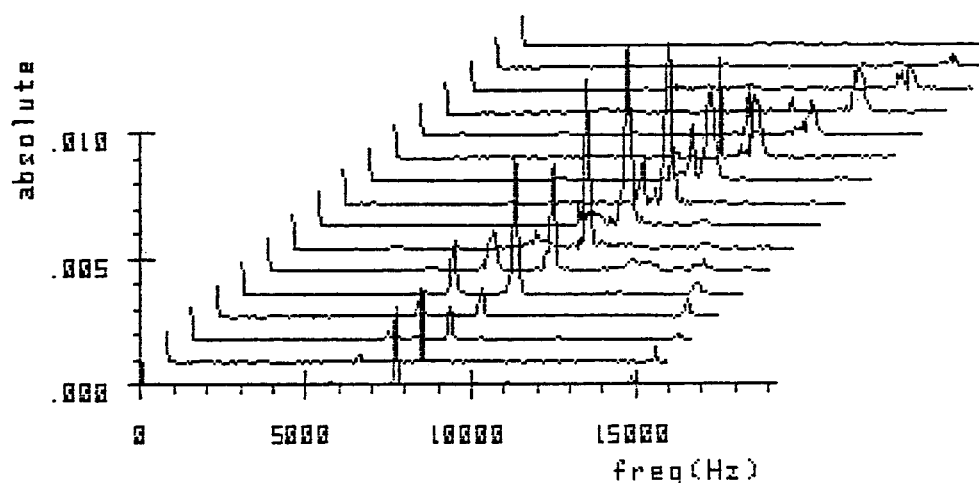


図 7-2 ハンドウイカカの鳴音の FFT 表示 13:15:42 Low
The result of FFT

表 4 類似行動, 状況下での鳴音の分類

Relationship between the condition and the contour of whistle

	I UP	II DOWN	III MOUNTAIN	IV VALLEY	V WAVE	VI FLAT
A BE. MATE	46	31	12	3	8	1
B IN. MATE	30	14	27	1	26	0
C IN. PLAY	21	1	8	0	70	1
D EMACIATE	2	28	27	0	43	0
E AF. DEATH	2	21	17	0	60	0
F HINSHI	26	1	43	0	30	0
G NORMAL	26	5	12	0	57	0
H AGO. 15 Y	24	16	52	0	6	0
I IZU. KII	8	12	72	3	5	0
J IN. EAT	49.1	10.9	7.3	7.3	0	25.5

(%)

選択的に収録したハンドウイルカの鳴音について

14:53:52Low

DLT.F: .8338(m)

ARM100

DLT.F: 29.5928(Hz)

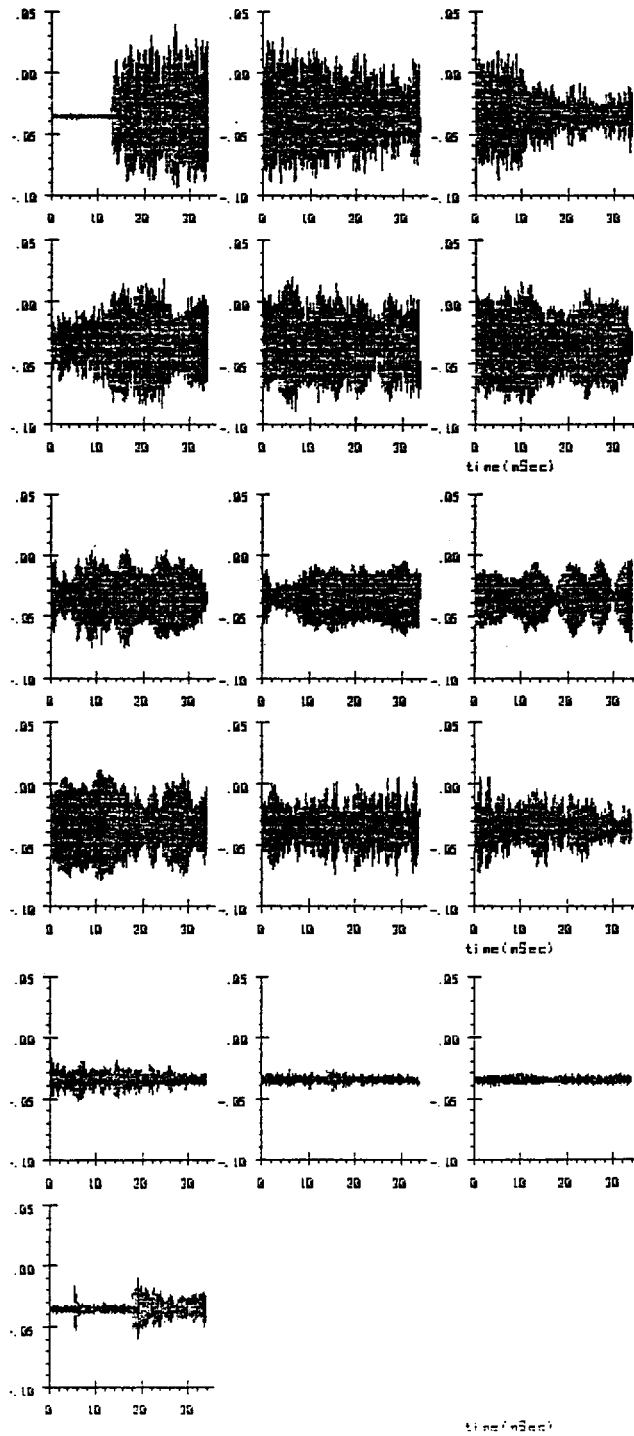


図 8-1 ハンドウイルカの鳴音 14:53:52 Low
The dolphin's whistle

14:53:52Low

DLT.T: .0330 (ms)

RRR100

DLT.F: 29.5928 (Hz)

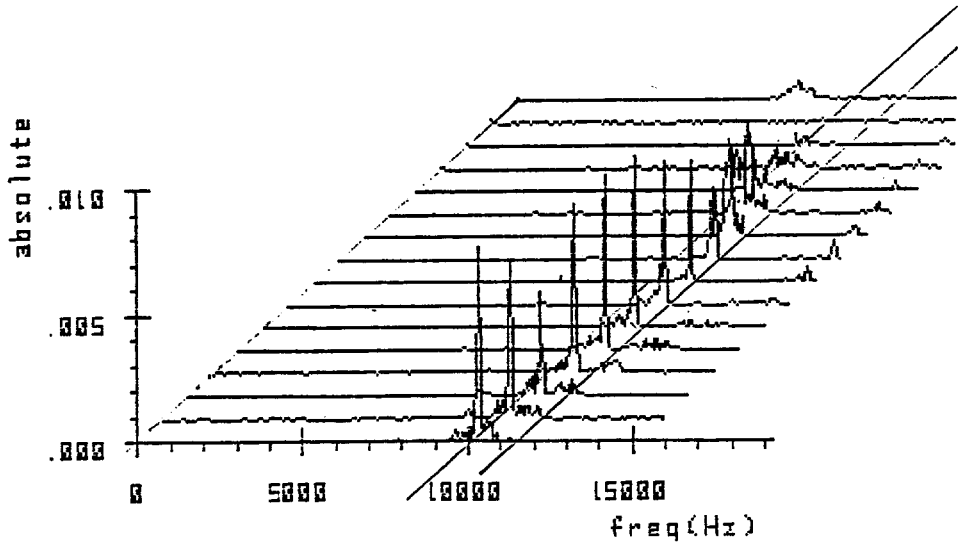


図 8-2 ハンドウイルカの鳴音の FFT 表示 14:53:52 Low
The result of FFT

表 5 地域分けによる鳴音の分類

Relationship between the condition and the contour of whistle

	I UP	II DOWN	III MOUNTAIN	IV VALLEY	V WAVE	VI FLAT
A SBAFEB 80	15.1	0.9	24.5	46.7	6.1	6.6
B SBADEC 80	12.3	4.1	13.2	53.4	11.9	5.0
C DYINGIKI	29.6	1.6	44.0	24.0	0.0	0.8
D COVE. IKI	9.1	24.8	14.5	42.7	4.2	5.4
E AREA. IKI	20.3	8.0	26.3	9.0	10.3	26.3
F COVETAIJ	0.0	1.6	17.2	81.2	0.0	0.0
G AQUATAIJ	29.5	18.3	17.3	12.4	7.1	15.5
H MITO 79	10.0	12.5	72.5	5.0	0.0	0.0
I MITO 80.1	1.4	0.5	98.2	0.0	0.0	0.0
J MITO 80.2	2.2	1.2	89.0	0.0	3.8	3.8
K MITO 80.3	15.9	1.7	75.0	1.7	5.2	0.4
L 86.2. IKI	49.1	10.9	7.3	7.3	0.0	25.5

(%)

13:17:59Low
RRR100

DLT.T: .0330 (sec)
DLT.F: 29.5928 (Hz)

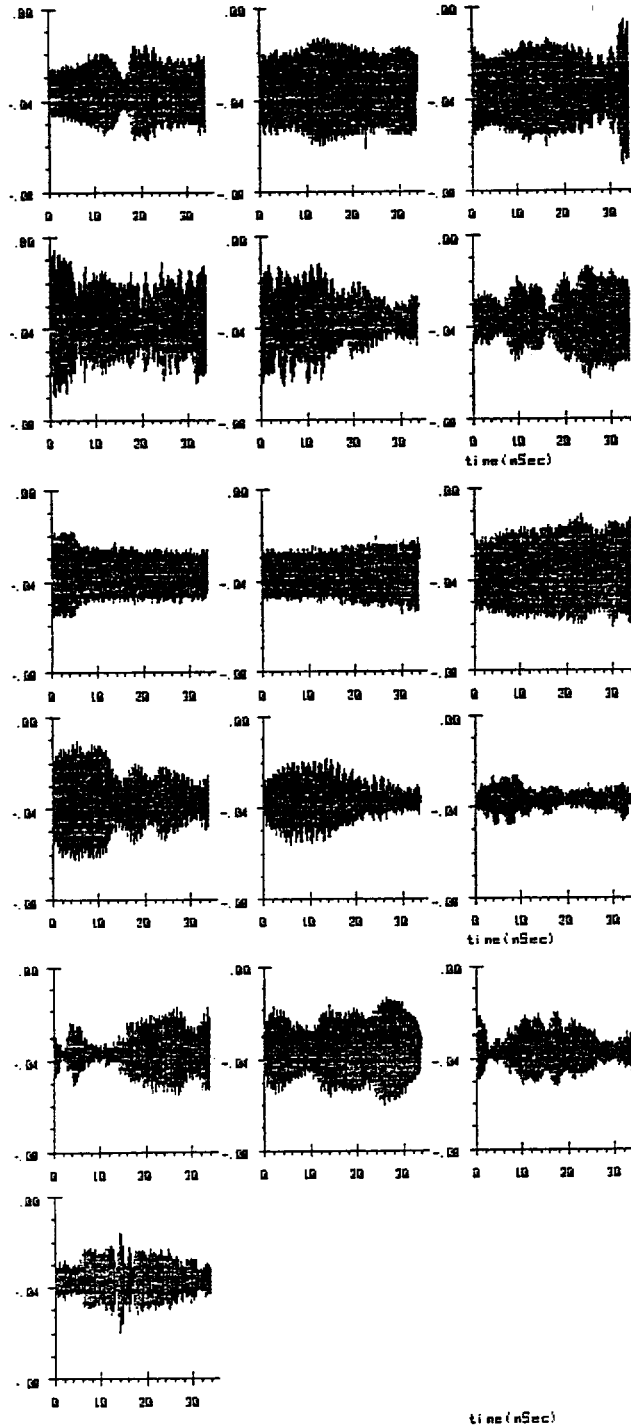


図 9-1 ハンドウイルカの鳴音 13:17:59 Low
The dolphin's whistle

13:17:59Low

Q.L.T.: .0330 (ms)

ARRM100

Q.L.T.F: 29.5920 (Hz)

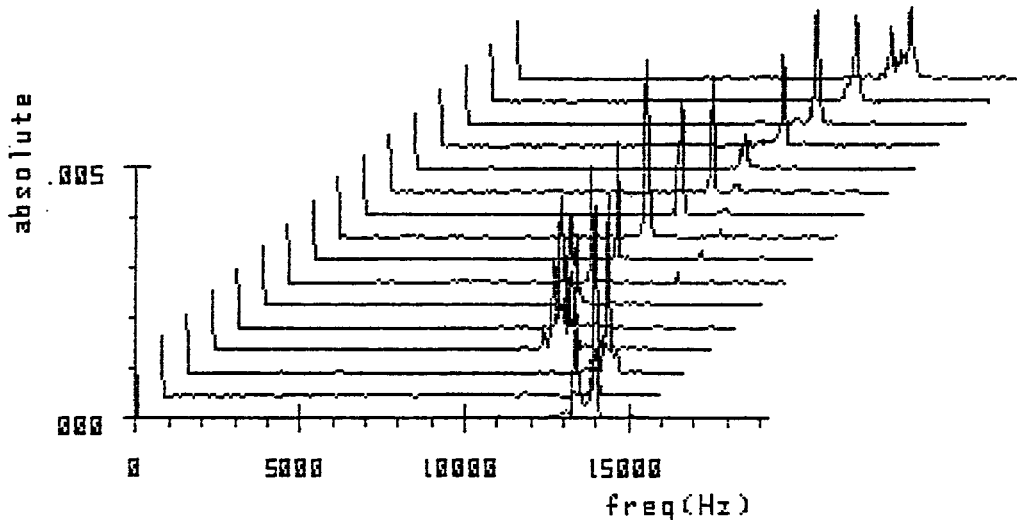


図 9-2 ハンドウイルカ鳴音の FFT 表示 13:17:59 Low
The result of FFT

著者の得たデータは表4のJと同じデータであり、表5ではL86.2.IKIとして付け加えた。この表に対して、クラスター分析を行ない、デンドログラムとSPIDER TREEを得た。図14, 15に示す。

太地クジラ博物館と宍岐海域で採集したものに、今回著者らが収録したデータと同じ層をつくったが、強い類似性はない。

収録状況の違いによる分類に対する検討でも述べたが、収録時間の制約によるものか、ほとんどVに分類されるデータがなかったと思われる。

又、鳴音検知機構の前段にフィルターがかかっており、このこともある程度、影響していると思われる。

5. おわりに

ハンドウイルカに対する威嚇装置として開発されたマ

リントランスポンダによって、同時にイルカ鳴音の収録を行ない、その結果について報告した。

本報告では、鳴音の解析法とその問題点を述べた。

収録条件の制約から、収録時間、周波数帯域の点で未だ不十分な点がみられ、今後、イルカ鳴音の分類に事を進めるには、この点の改善が指摘された。

尚、クラスター分析は農林水産計算センターを利用した。

参考文献

- 1) 石井憲, 畠山良己: GP-IB マリントランスポンダの試作 水産工学研究所報告 第8号 1987.3
- 2) 東海大学海洋研究所 (1981): 昭和54・55年度漁業公害(有害生物)対策事業調査報告書, 東海大学海洋研究所

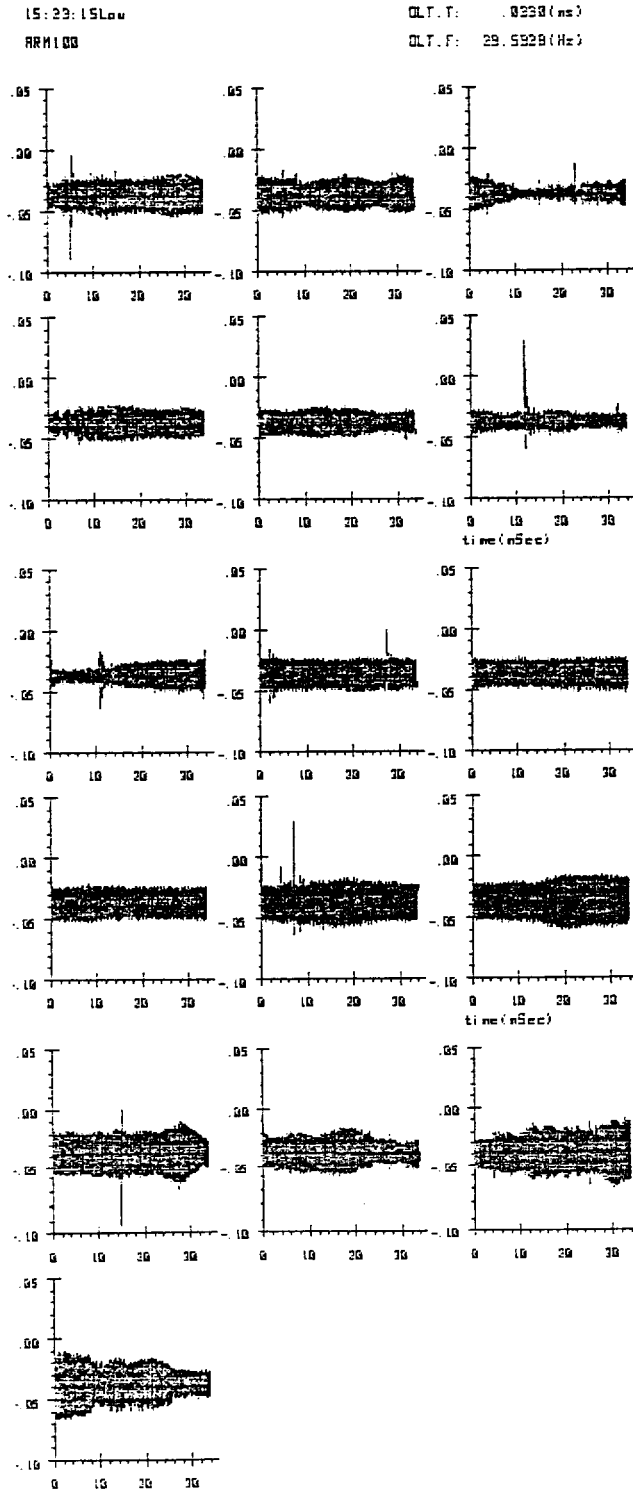


図 10-1 ハンドウイルカの鳴音 15:23:15 Low
The dolphin's whistle

15:23:15Low

DLT.T: .0330 (ms)

ARM:00

DLT.F: 29.5929 (Hz)

HANNING window

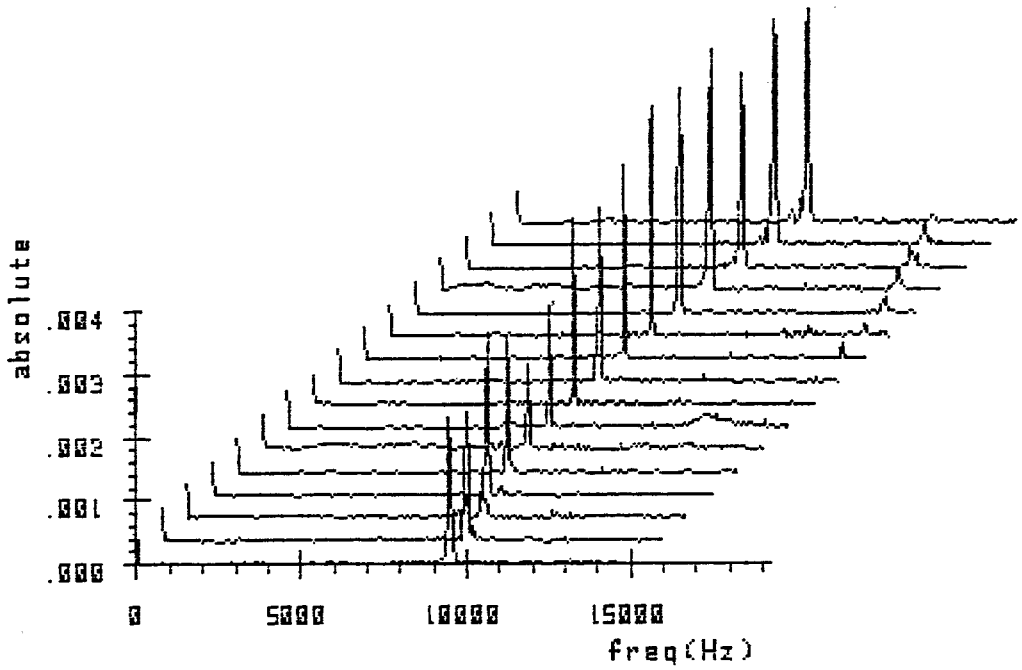


図 10-2 ハンドウイルカの鳴音の FFT 表示 15:23:15 Low
The result of FFT

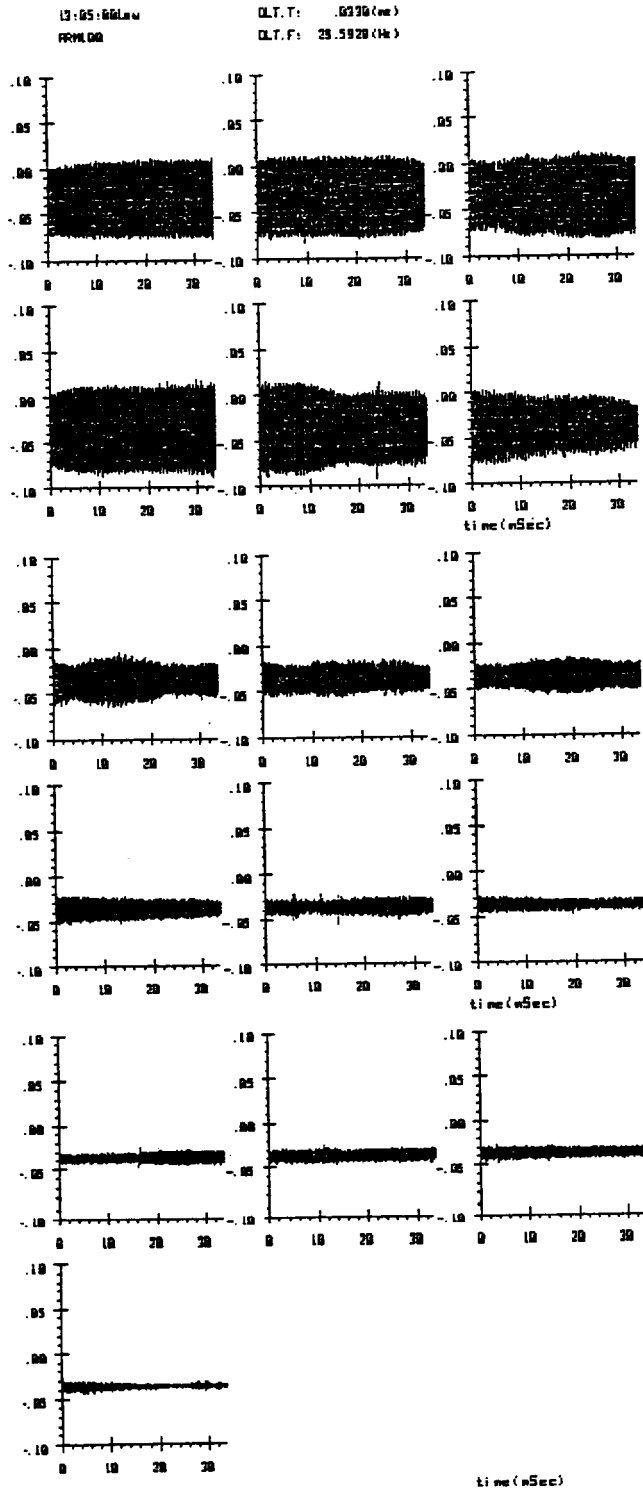


図 11-1 ハンドウイルカの鳴音 13:05:00 Low
 The dolphin's whistle

13:05:00Low

OLT.T: .0330(ms)

ARR100

OLT.F: 29.5928(Hz)

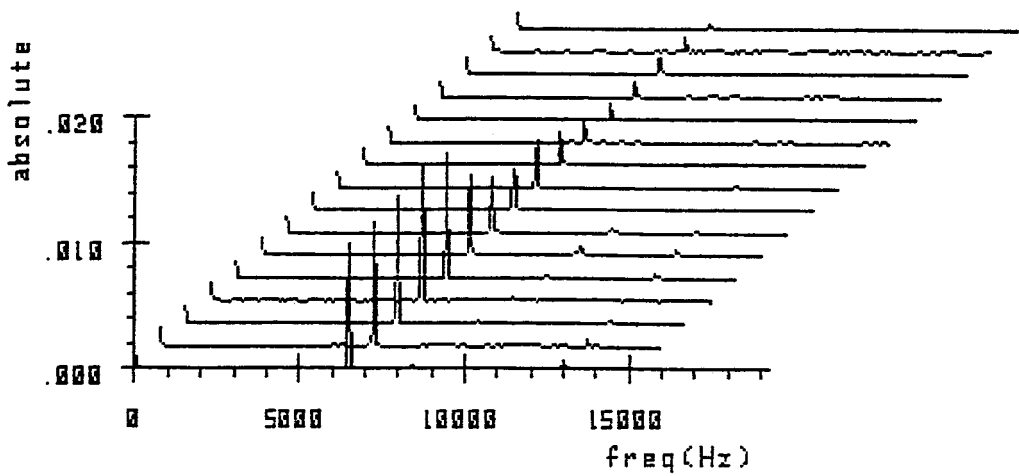


図 11-2 ハンドウイルカ鳴音の FFT 表示 13:05:00 Low
The result of FFT

METHOD - 1 SINGLE LINKAGE

SIMULASION - 1

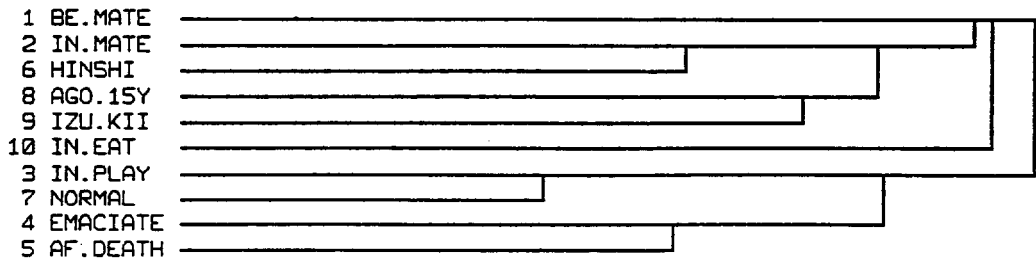
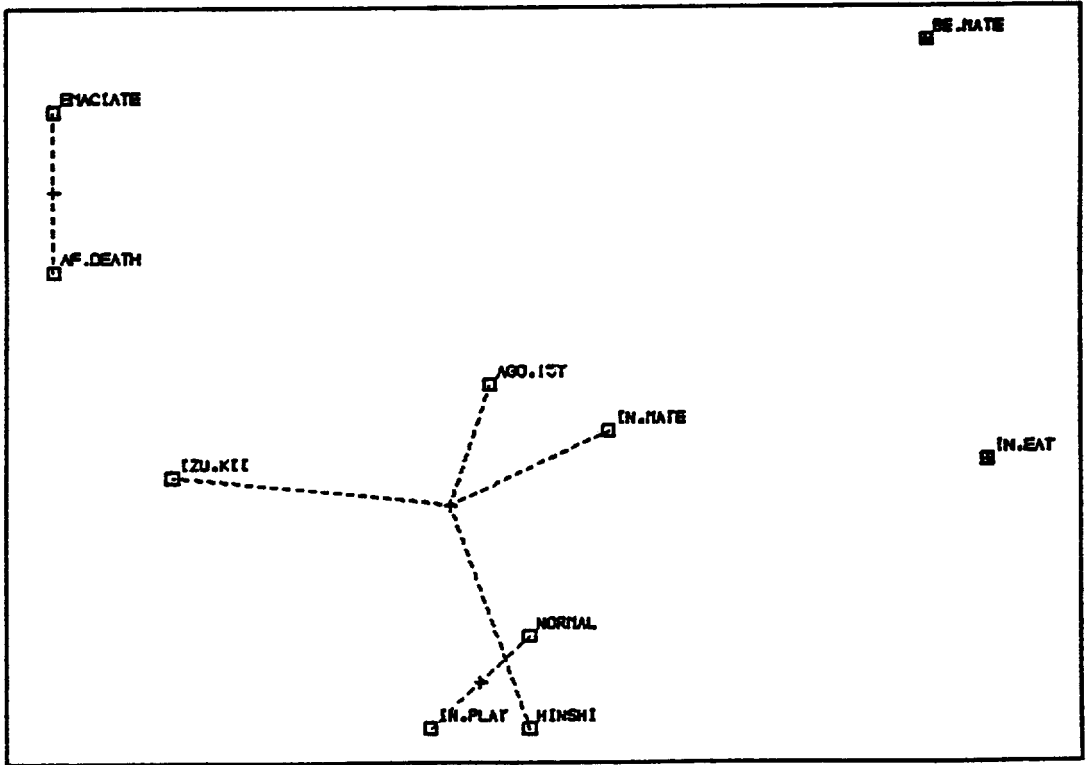


図 12 デンドログラム
The dendrogram

< SPIDER TREE >



> |

図 13 クラスター分析による結果
The spider tree

METHOD = 1 SINGLE LINKAGE

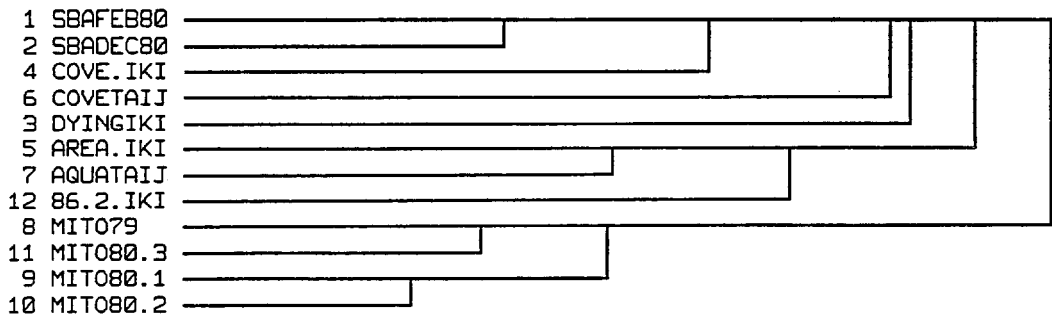


図 14 地域分けによるデンドログラム
The dendrogram

<SPIDER TREE>

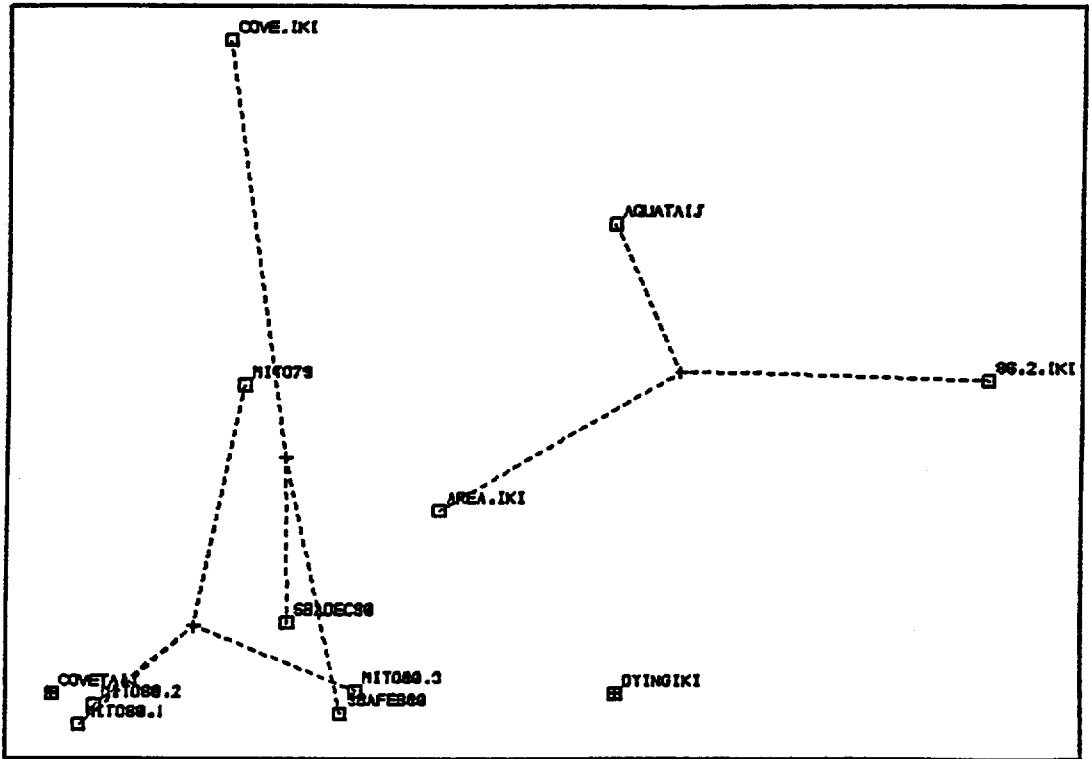


図 15 クラスタ分析による結果
The spider tree

Bottlenose dolphin's whistles recorded acquired with filtering

By

Ken ISHII and Yoshimi HATAKEYAMA

Summary

We designed the acoustic system of driving away bottlenose dolphins.

This system, called Marine Transponder, memorizes whistles into micro floppy discs depending on automatic response timing against dolphin's whistles.

By means of this data acquisition system, many whistles were recorded from dolphins captured in Feb. 1986.

This report describes the analyzing method and pending problems.