

台灣地區近海漁獲鮮度調查試驗—I

王文政·張士軒·劉世芬·陳茂松

An Investigation on the Freshness of Inshore Fish Catches

Caught Arround Taiwan District — I

Wen-Cheng Wang, Shyh-Shiuan Chang,

Shyh-Fen Liu, and Mao-Song Chen

This investigation was conducted on the freshness of main inshore fish catches caught at the areas of Keelung, Ilan, Shinchu, Tungkang and Penghu from December 1980 to June 1981. The volatile basic nitrogen (VBN) contents of fish catches were ranging from 7.2mg% to 29 mg% with an average of 14.1 mg%, and 95.4% of fish catches had VBN contents lower than 25mg%. The K values of fish catches were in the range of 7.4% and 64.2% with an average of 31.34%, and only 34.4% of fish catches had K values below 20%. The freshness of fish catches caught at Ilan were better than those of other areas. Besides lizard fish, the freshness of fish catches based on VBN content were fairly good. Most of horse mackerel, big-eye, and flat fish had K values smaller than 20%. It suggested that the freshness of inshore fish catches caught arround Taiwan district were fairly good, and those with good quality were very few.

前 言

本省近海漁業，年產量達35萬公噸，約佔全部漁獲之37.6%。主要漁獲有扁魚、黑口、白口、紅目鱧、狗母、鰻魚、鯉魚、鱸魚、白帶、鮪魚、旗魚、沙魚及蝦類等。近年來由於漁政當局的積極輔導與補助，對於較大的漁船均已設有冷凍機的設備，使漁獲鮮度能獲得改善，增進業者的收益，至於十噸級左右之漁船，因受漁船空間之限制，尙未能普遍利用冷凍機。

此等漁船之數目相當多，也是本省漁村主要之作業工具，通常係於凌晨出海作業，至下午約3~4時返港卸魚，漁獲多利用碎冰或水冰的方式冷藏來維持漁獲的鮮度。漁獲鮮度良否，與其保存的溫度和時間有密切的關係。

利用水冰的方式，將漁獲浸漬預冷的方法，因水冰與魚體直接接觸，故在短時間內，即可將漁獲充分冷卻，大大的提高了保鮮的效果。漁業局在七十年度，於中央加速計劃下，申請了「輔導近海漁船漁獲物保鮮」乙項計劃，其目的「為改善近海小型漁船漁獲物保鮮處理，輔導小型漁船示範設預冷槽，以先行預冷後再行冷凍，及按裝海水魚艙冷卻機，藉使小型漁船出海作業，直接利用海水冷卻設施，以維持漁獲物鮮度，提高售價，降低成本，增加漁民收益」，其中補助設置預冷槽及海水魚艙冷卻機已由漁業局辦理，至於有關目前近海小型漁船漁獲物保鮮，衛生狀況及改進方法，由各縣市政府水產課與水產試驗所共同調查檢討，並由水產試驗所彙集調查檢討資料，編撰成果報告，提供業者參考。

筆者等自69年12月起至70年4月止，會同漁業局，各有關縣市水產課及漁會工作人員，分別在基隆、新竹、屏東、宜蘭等縣市，採取近海漁船漁獲，測定各樣本之鮮度，予以分析統計，茲提供測定

結果的資料外，并就分析結果來比較各鮮度測定法之優點，及對目前保鮮方式所需改進之處提出檢討，請各先進多予指教賜正。

試驗材料及方法

一、試驗材料：

本試驗所應用之測定用藥品，如試驗方法所列學者，均屬分析用特純級藥品。

全部試驗之漁獲樣品有一百二十種，唯為便於分析，大別為：蝦類(Shrimps)，烏賊類(Cuttle fishes)，扁魚(Flat fishes)，狗母(Lizard fish)，白口(White croaker)，黑口(Black croaker)，紅目鏈(Big-eye)，白帶(Hairtail)，鱈魚(Horse mackerel)，鯷魚(Bonitos)及其他等，各樣品均係近海漁船所捕得之漁獲，利用碎冰或水冰保存者，其冰藏期間均約一天左右。

二、試驗方法：

(一)溫度測定：

溫度測定係利用熱電阻數字顯示式測定器，使用前先行校正溫度。測定時，以感溫針，自魚體背部沿脊柱上方插入，俟溫度穩定後，即可讀出魚體之溫度。

(二)酸度(pH)測定：

取魚體肌肉10公克，以銳利的刀子切成細碎肉漿，加蒸餾水90毫升(cc)，時時攪拌，取上澄液測試。測試之儀器利用國產 Jenco-Model 671 酸度測定器(pH meter)。

(三)揮發性塩基態氮(Volatile basic nitrogen, VBN)測定²⁾：

秤取絞碎研磨之魚體肌肉 2公克於燒杯中，加水16毫升及20%三氯化醋酸 2毫升，充分混合後，以乾燥濾紙過濾，以此濾液為供試液，依微量擴散法(康衛氏法)定量。

(四)K值測定³⁾：

秤取絞碎之魚體肌肉 2公克於研鉢中，加入10%過氯酸溶液18毫升，充分研磨混合後，以濾紙過濾，濾液以 10N 氫氧化鉀溶液中和至pH 6.5，過濾除去沈澱，濾液以 1/4 N 氨水稀釋液，調至 pH 9.4，以此為供試液，依K值簡易測定法測定。

(五)全氮(Total NH₃)測定⁴⁾：

秤取魚體肌肉10公克，加蒸餾水90毫升，均質後離心(4000rpm, 10分鐘)取上澄液為供試液，測定時利用氮比較電極測定，該電極接於離子測定器，本試驗利用 Orion Research Ionalyzer 901型測試。測定前先校正儀器，并以標準液輸入數值，樣品加入10M氫氧化鈉溶液，即可直接於儀器上讀出數值。

三、試驗設計：

樣品分別於基隆(Keelung)，東港(Tungkang)，澎湖(Penghu)，新竹(Hsinchu)，宜蘭(Ilan)等地區之漁市場採取，利用保溫箱，以碎冰或乾冰維持低溫，即時携返實驗室測定。採樣時進行官能檢查并測定魚體溫度，在實驗室則測定魚體體長，體重及揮發性塩基態氮、酸度、K值、全氮等鮮度值。

測定結果依地區別，魚種別來檢討各地漁獲鮮度實況，并比較各鮮度測定之優缺點，以作為輔導近海漁船漁獲保鮮改進之參考。

試驗結果

本試驗自69年12月起至70年 4月止，分別於基隆、屏東、澎湖、新竹、宜蘭等五縣市的基隆、東港、馬公、南寮、頭城、南方澳等六個區漁市場採取近海漁獲 120件，以酸度、揮發性塩基態氮、K值、全氮等方法檢查其鮮度，并測量魚體的大小、溫度等，以了解樣品的概況。

各採樣測定之結果，如表一所示，此等測定，蝦類及烏賊類，測定平均體重，K值則不予測定。

至於各魚類均利用前述各項方法來測定其鮮度。

表一、各地漁市場近海漁獲鮮度

Table 1. The freshness of inshore fish catches in different fish markets

魚種俗名	採樣日期	採樣地點	體長 (公分)	體重 (公克)	K值(%)	揮發性塩基 態氮(mg%)	全氮 (mg%)	酸度
Common name	date of sampling	place of sampling	Body length (cm)	Body weight (g)	K value (%)	VBN (mg%)	Total NH ₃ (mg%)	pH
中蝦	69.12.9	基隆		10.46		8.23	21	7.02
海鰻			63.5	394.25	51.26	13.50	53	6.26
蠟仔				297.85		15.66	17	6.36
小扁魚			16.09	35.34	61.54	9.18	42	6.63
小蝦				2.45		17.01	22	7.19
狗母			42.05	526.60	57.89	15.25	39	6.58
花枝				107.74		30.10	75	6.84
白口			18.24	71.26	52.23	13.36	31	6.85
小黃魚			17.63	46.41	53.24	12.42	25	7.09
小白帶魚			62.00	109.61	48.02	14.17	22	7.01
烏賊	70.3.16	基隆	23.50	286.11		6.75	17	6.44
扁魚			24.60	129.50	50.31	8.91	16	6.65
花枝				41.52		14.04	23	6.62
小扁魚			15.94	32.98	18.01	13.23	16	6.92
狗母			26.85	125.45	22.58	34.56	83	6.69
狗母			39.50	479.70	11.53	20.38	33	6.36
鯧	70.1.13	南方澳	33.00	426.80	21.46	13.77	24	5.66
鯖			33.00	365.20	20.96	19.03	26	5.67
柴巴			35.50	412.95	23.95	19.44	24	5.84
巴			42.00	827.30	20.53	25.11	28	5.91
紅目			23.50	155.85	23.49	22.81	16	6.34
蝦				14.36		18.49	22	7.13
尖梭			32.50	161.60	29.11	12.01	16	6.70
黑口			22.00	87.86	23.54	12.01	12	7.04
墨魚				177.2		10.67	16	6.33
白口			21.25	128.35	33.33	11.80	9	6.65
硬尾	70.3.11	南方澳	22.78	98.00	4.03	18.09	10	6.24
四破			24.17	130.16	1.49	16.33	12	6.39
鱈			27.53	163.37	11.36	17.82	18	6.25
紅目			20.00	92.70	5.50	9.31	15	6.70
紅目			21.00	117.20	8.57	11.07	16	6.34
鐵甲			29.80	266.22	19.59	16.47	14	6.05
白帶			80.50	229.08	24.59	9.18	8	7.07

硬尾鱖	69.12.2	頭城	18.86	60.97	8.84	16.33	14	6.49
中蝦				18.71		8.77	31	7.11
黑口鱧			26.90	213.70	9.42	26.73	8	6.91
紅目鱧			17.30	65.69	10.80	9.50	7	6.80
雜蝦				8.84		14.31	39	7.27
大蝦				15.70		11.88	26	6.86
狗母帶			31.70	213.72	6.59	23.76	13	6.66
白帶魚			80.30	213.14	27.29	14.25	8	7.01
小扁魚			15.80	35.54	28.74	11.58	8	6.64
小金梭	70.2.10	頭城		2.49		11.74	25	7.09
肉鯽			32.10	153.61	10.00	17.55	41	6.80
狗母			20.70	127.15	10.38	15.93	43	6.59
黑口鱧			25.70	97.18	11.82	15.52	24	6.85
紅目鱧			19.80	75.28	10.45	12.82	8	7.06
蝦			23.60	164.63	39.14	11.07	11	6.70
小扁魚				10.19		8.91	17	7.06
小石九公			16.80	38.49	16.20	14.31	14	6.71
目孔			23.00	189.18	26.04	15.79	13	6.84
白口鱧	70.3.5	新竹	27.50	159.76	7.00	12.96	17	6.25
白帶			19.75	70.21	10.71	12.96	6	6.81
烏賊			65.00	132.73	31.28	15.25	9	6.54
白口鱧				149.30		5.80	10	6.69
白口鱧			17.25	34.31	33.48	14.31	7	7.25
肉鯽	70.3.24	新竹	21.63	63.40	51.38	12.15	8	7.19
小扁魚			15.95	114.30	19.22	14.17	18	6.58
小四破			20.93	60.14	14.29	11.47	13	6.85
小紅魚			25.15	211.96	20.76	13.23	14	6.53
狗母			13.36	29.29	30.30	10.80	12	6.72
白口鱧			32.40	289.27	21.17	12.42	16	6.58
紅目鱧			16.93	48.39	34.42	9.18	8	7.22
白口鱧			17.35	114.58	15.92	9.85	10	6.45
黑口鱧			11.86	18.81	79.74	7.56	6	7.16
花枝			18.88	66.74	67.66	14.85	8	7.06
烏賊				91.13		11.34	12	6.92
小管	69.12.19	澎湖		61.35		7.29	12	6.91
沙腸				85.14		5.54	9	6.63
紅目鱧			14.18	23.20	34.75	5.80	10	6.87
大蝦			24.73	198.23	56.18	9.18	15	6.47
烏賊				10.45		11.47	10	7.45
小紅魚				100.61		5.94	8	6.74
狗母			12.67	24.32	54.85	19.03	10	6.51
			32.90	282.02	54.35	25.92	120	6.68

烏賊				116.89			11.61	11	6.71
頭蝦	70.2.15	澎	湖	7.84			15.38	33	7.08
小紅魚				11.60	25.40	21.10	14.57	20	6.70
小紅魚				16.95	41.08	27.84	14.84	17	7.08
紅目鱧				18.92	96.96	39.09	10.52	15	6.78
白帶魚				69.00	120.36	15.86	9.85	11	7.10
烏賊				252.12			14.98	19	7.02
狗母				25.75	146.51	23.68	17.28	21	6.57
三線雞魚				32.20	461.60	15.32	14.84	16	6.75
嘉臘				25.56	350.96	18.40	12.96	21	6.56
斑節蝦				60.76			10.93	28	7.43
沙腸				13.99	22.10	7.26	8.64	9	6.96
白帶	70.4.15	澎	湖	58.70	217.59	70.48	19.84	16	6.87
龍占				32.00	481.30	16.06	18.36	12	6.32
三線雞魚				30.90	338.43	30.00	15.12	10	6.10
縱帶笛鯛				27.50	324.81	19.37	14.31	9	6.52
黑斑裸鯪				73.80	603.50	15.79	8.37	5	6.33
石斑				32.00	486.80	16.41	12.55	8	6.65
馬頭				30.30	653.20	60.94	13.50	10	7.14
橫紋鱈				27.60	296.75	36.54	12.90	12	6.67
鯉魚	70.1.5	東	港	37.10	765.05	22.99	16.87	19	5.87
白帶				59.00	120.35	51.06	17.68	10	6.94
紅目鱧				24.30	194.30	22.65	13.63	9	6.20
狗母				29.10	159.30	32.24	13.63	10	6.67
黃龍				33.50	375.60	15.27	14.85	9	7.08
大目孔				19.25	93.85	24.36	19.57	12	6.19
肉鱒				22.25	174.70	15.76	8.23	8	6.46
白口				19.37	78.93	6.33	13.36	5	7.13
白帶	70.3.2	東	港	93.40	433.30	54.07	17.55	12	6.53
鱒				43.70	398.10	24.42	18.63	20	5.99
紅目鱧				22.30	151.76	16.27	11.47	20	6.35
黑口				30.20	295.84	24.55	12.82	32	7.01
肉鮑				22.50	173.82	36.77	13.50	24	6.50
尖梭				36.70	249.14	17.52	15.66	25	6.39
目孔				32.60	376.90	24.98	20.52	33	5.95
白口				21.10	89.66	54.07	20.52	16	6.88
黑口	70.4.7	東	港	23.70	128.18	47.20	12.96	9	7.22
紅目鱧				20.55	109.64	27.98	13.90	10	6.79
肉鮑				20.00	142.52	17.45	13.09	12	6.75
目孔				23.65	167.20	32.49	14.31	21	5.95
黑口				25.6	158.83	46.24	11.47	16	7.04
紅目鱧				21.95	131.71	51.36	37.26	11	6.93

白帶	85.30	242.46	69.77	11.07	13	6.94
鯉	29.50	347.48	50.27	17.28	34	5.67
黑尾冬	21.55	127.35	24.72	14.85	20	6.45

爲了便於比較，就此等結果，依各方法、魚種、採樣地區等，予以區分整理如下：

各地漁市場漁獲之鮮度，以K值爲指標，測定結果如表二所示。K值之鮮度平均值，以宜蘭地區17.0%爲最佳，其低於20%之比例佔55.2%，其次爲澎湖地區31.6%，低於20%之比例佔42.1%。

表二、各漁市場漁獲鮮度(K值)比較

Table 2. Comparison on the freshness (K value) of inshore fish catches purchased from different fish markets.

漁市場別 Fish market	K 值 (K value) %			低於 20 % 比例 Less than 20 % (%)
	最高 (Max)	最低 (Min)	平均 (Average)	
基隆 Keelung	62	12	42.7	20.0
東港 Tungkang	70	6	32.4	24.0
澎湖 Penghu	70	7	31.6	42.1
新竹 Hsinchu	80	11	33	30.8
宜蘭 Ilan	39	1	17.0	55.2
平均 Average	64.2	7.4	31.34	34.4

各地區漁市場漁獲鮮度，以揮發性塩基態氮爲指標，測定結果如表三所示，各地漁獲揮發性塩基態氮之平均值在11.3~15.9mg%，低於鮮魚鮮度標準25mg%者佔87.2%以上。

表三、各漁市場漁獲鮮度(VBN)比較

Table 3. Comparison on the freshness (VBN) of inshore fish catches purchased from different fish markets.

漁市場別 Fish markets	揮發性塩基氮 (VBN) mg%			低於 25mg % 比例 Less than 25mg % (%)
	最高 (Max)	最低 (Min)	平均 (Average)	
基隆 Keelung	35	7	15.4	87.5

東 港 Tungkang	37	8	15.9	96.0
澎 湖 Penghu	26	6	13.1	96.2
新 竹 Hsinchu	15	6	11.3	100.0
宜 蘭 Ilan	27	9	14.9	91.2
平 均 Average	28	7.2	14.1	95.4

至於各種漁獲之鮮度，依揮發性塩基態氮、K值、全氮及pH值等分別比較。

以揮發性塩基態氮為鮮度指標，測定結果如表四所示，蝦類之平均值為12.4mg%，全部低於標準25mg%。烏賊之平均值11.4mg%，低於標準者佔90.4%。各種魚類以扁魚11.3mg%為最佳，其次為白口、紅目鱧，分別為12.8mg%、14.2mg%。低於標準者以狗母之比例77.8%最低，其次為黑口佔85.7%，紅目鱧佔91.7%，其餘之各樣品均低於標準。

表四、近海漁獲鮮度（揮發性塩基態氮）比較

Table 4. Comparison on the freshness (VBN) of inshore fish catches

魚 類 別 Kind of fish	揮發性塩基氮 (VBN) mg%			低於25mg%比例 Less than 25 mg % (%)
	最高 (Max)	最低 (Min)	平均 (Average)	
蝦 Shrimps	18	8	12.4	100
烏 賊 Cuttle fishes	30	6	11.4	90.4
扁 魚 Flat fishes	14	9	11.3	100
狗 母 Lizard fish	35	12	19.9	77.8
白 口 White croaker	21	8	12.8	100
黑 口 Black croaker	27	11	14.9	85.7
紅 目 鱧 Big-eye	37	9	14.2	91.7
白 帶 Hairtail	20	9	14.3	100
鱈 魚 Horse mackerel	18	16	17	100
鰹 魚 Bonitos	25	14	18.3	100
其 他 The others	21	6	14.6	100
平 均 Average				95.1

以K值為鮮度指標，測定結果如表五所示，鯷魚K值平均為6.5%品質最佳，其次為紅目鯷26.4%，低於20%者鯷魚佔100%，扁魚佔50%。

表五、近海漁獲鮮度(K值)比較

Table 5. Comparison on the freshness (K value) of inshore fish catches

魚類別 Kind of fish	K值(K value) %			低於20%比例 Less than 20%(%)
	最高(Max)	最低(Min)	平均(Average)	
扁魚 Flat fishes	62	14	31.5	50.0
狗母 Lizard fish	58	7	27.0	33.3
白口 White croaker	80	6	39.3	33.3
黑口 Black croaker	68	9	32.7	28.6
紅目鯷 Big-eye	56	6	26.4	41.7
白帶 Hairtail	70	16	43.6	11.1
鯷魚 Horse mackerel	9	4	6.5	100.0
鯷魚 Bonitos	50	21	28.8	0
其他 The others	61	1	24.0	43.4

各漁獲之酸度以鯷魚5.8最低，蝦類7.2最高，其餘均在6.4~7.0之間，結果如表六所示。

表六、近海漁獲鮮度(pH)比較

Table 6. Comparison on the freshness (pH) of inshore fish catches

魚類別 Kind of fish	酸度(pH)		
	最高(Max)	最低(Min)	平均(Average)
蝦 Shrimps	7.5	6.9	7.2
烏賊 Cuttle fishes	6.9	6.3	6.7
扁魚 Flat fishes	6.9	6.6	6.7
狗母 Lizard fish	7.3	6.4	6.7
白口 White croaker	7.3	6.7	7.0

黑口 Black croaker	7.2	6.9	7.0
紅目鱧 Big-eye	6.9	6.2	6.6
白帶 Hairtail	7.1	6.5	6.9
鰹魚 Horse mackerel	6.5	6.2	6.4
鯷魚 Bonitos	5.9	5.7	5.8
其他 The others	7.1	5.7	6.5

以全氮為鮮度指標，測定結果如表七所示，狗母魚全氮平均值 29.9mg%最高，其次為鯷魚及蝦類，分別為26.3、24.9mg%，白口之全氮平均值為10.7最低。

表七、近海漁獲鮮度（全氮）比較

Table 7. Comparison on the freshness (Total NH₃) of inshore fish catches

魚類別 Kind of fish	全氮TotalNH ₃ mg%		
	最高 (Max)	最低 (Min)	平均 (Average)
蝦 Shrimps	39	10	24.9
烏賊 Cuttle fishes	75	8	19.3
扁魚 Flat fishes	42	8	18.2
狗母魚 Lizard fish	83	10	29.9
白口 White croaker	31	5	10.7
黑口 Black croaker	32	8	13.3
紅目鱧 Big-eye	80	7	12.9
白帶 Hairtail	22	8	12.1
鰹魚 Horse mackerel	14	10	12.0
鯷魚 Bonitos	34	19	26.3
其他 The others	53	5	17.9

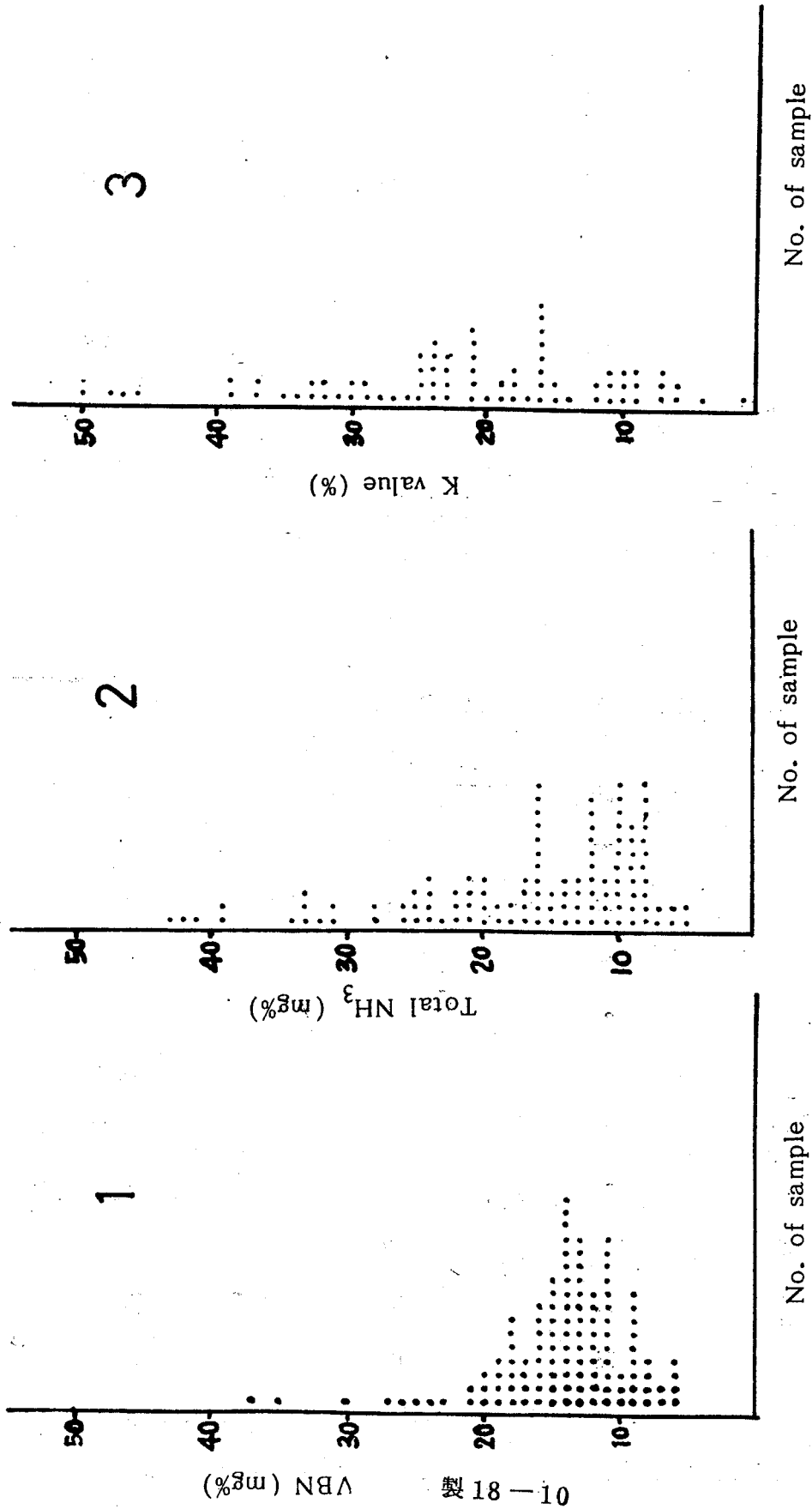


圖 1 本省近海漁獲鮮度分佈

Fig. 1. The distribution of freshness of inshore fish catches in Taiwan

討 論

由上述測定結果，就揮發性塩基態氮比較（圖 1—1），最高為28mg%，最低為 7.2mg%，平均為14.1mg%，低於25mg%者佔95.4%，可瞭解本省近海漁船漁獲鮮度尚可。不過就K值比較（圖 1—3），最高為64.2%，最低為 7.4%，平均 31.34%，低於20%者佔34.4%，亦可知道本省近海漁船漁獲之鮮度屬於高品質範圍內者，所佔的比例并不高。一般而言，海水魚如能施以良好的冰藏，在 2—3天內，應還屬於高品質之範圍內，因之目前保鮮的方法，仍有待進一步的加強。

就地區而言，宜蘭縣之大溪乙地，K值平均值17.0%，其在20%以下之比例佔55.2%，成績最佳，該地區漁獲多利用水冰保存，而且在作業後返航，立即在漁市場拍賣，其貯藏時間較其他各地漁船作業者為短，加上水冰對降低魚體溫度之功效較佳，故其漁獲鮮度較其他地區有了顯著改善之效果。

各漁獲鮮度，就揮發性塩基態氮而言，除狗母外，鮮度尚可，此與狗母魚之魚價偏低，較不受漁民重視有關，在實際採樣時，此種漁獲魚體溫度多屬偏高。就K值而言，低於20%以下者，以鯷魚，紅目鱧，扁魚三者百分比最多，前二者為家庭常用之食魚，價格好，漁獲冰藏之情況也較佳，扁魚厚度較小，易於冷卻，保鮮效果亦佳。

綜合本次調查結果，可以了解本省近海漁船漁獲魚度尚佳，唯尚可進一步改善。本次調查係在冬季進行，成績尚可，唯在夏季鮮度必較此為差，鮮度良否，影響漁獲價值，在能源高漲之際，如何設法改善漁獲鮮度提高漁價，增加業者收益，亦不失為減輕能源對漁業發展壓力之好方法，至於水冰預冷槽之裝設，應繼續予以補助，由於水冰法之冷卻效率高，漁獲鮮度獲致改善，此點經受補助之業者反應，表示效果甚佳，值得進一步推廣。

此外，如何利用國內外對保鮮的研究成果，編印推廣小冊，訂定漁獲規範，使漁業者能了解保鮮之原理，并有所依循，對保鮮工作之改善，諒必有所助益。

摘 要

本試驗於六十九年十二月至七十年四月間，調查本省基隆、東港、澎湖、新竹、宜蘭等五個主要近海漁船漁獲鮮度，結果如下：

1. 以地區別，以宜蘭地區大溪乙地漁獲鮮度最佳，該地區以水冰法貯存漁獲。
2. 漁獲鮮度，以揮發性塩基態氮比較，在食用漁獲鮮度25mg%標準以下者，超過95.1%。
3. 漁獲中以鯷魚、紅目鱧最佳，此二種魚在本省係主要的家庭食用魚類。

謝 辭

本計劃承漁業局在70—農建—3.2—產—88「輔導近海漁船漁獲物保鮮及辦理小型加工業調查計畫」項下，撥款補助。又承漁業局二組陳斗生、溫維蘭及組裏同仁等熱心協調各有關縣市水產課及漁會協助採樣。東港乙區承高雄分所撥借車輛及黃堯先生協助，使本計劃得以順利完成，謹誌謝忱。

參考文獻

- (1) 漁業局 (1979)：漁業年報。
- (2) 蘇和傑 (1977)：水產化學實驗，p.85-86。
- (3) 小林宏、內山均 (1970)：魚類鮮度の範易判定法。東海水研報，61：21-26。
- (4) Barica, J. (1973): Reliability of an ammonia probe for electrometric determination of total ammonia nitrogen in fish tanks. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1389-1392。