4.3.3 路側OD調査結果

路側OD調査でインタービューを行った総数は表4－8に示されているようにオートバイと未記入を除き19,808であった。サンプル率は各調査地点を通過する交通量により異り15.5％（地点12）から88.7％（地点3）にわたっているが、平均サンプル率は28.5％であった。地点11において最も多くの交通量が計測され、そのうちの3000台にインタビューがなされた。結果の概要は表4－9に示されている。

表4－9　路側OD調査結果概要

Survey Point		Traffic Volume			No. of Samples Interviewed			Sampling Rate (%)		
		To Managua	From Managua	Total	To Managua	From Managua	Total	To Managua	From Managua	Total
1	Chinandega	1,300	1,394	2,694	279	236	515	21.5	16.9	19.1
2	Intersection to Chichigalpa	2,209	2,267	4,476	509	551	1,060	23	24.3	23.7
3	Telica	386	359	745	386	275	661	100	76.6	88.7
4	León	2,019	2,115	4,134	527	857	1,384	26.1	40.5	33.5
5	Izapa	318	209	527	112	73	185	35.2	34.9	35.1
6-1	Santa Rita	103	101	204	53	93	146	51.5	92.1	71.6
6-2	Santa Rita	176	157	333	46	100	146	26.1	63.7	43.8
7	San Benito-Road to Matagalpa	939	995	1,934	367	479	846	39.1	48.1	43.7
8	San Benito-Road to Lama	673	684	1,357	236	275	511	35.1	40.2	37.7
9	Ctra. Nueva León, Entrance of Sandino Town	2,381	2,084	4,465	579	912	1,491	24.3	43.8	33.4
10	Km 8 Sur.Frente Rest.	3,835	3,766	7,601	1,142	1,115	2,257	29.8	29.6	29.7
11	Ctra. Masaya	8,350	8,448	16,798	1,419	1,471	2,890	17	17.4	17.2
12	Ctra. Norte, Agraria Univ.	4,180	4,536	8,716	652	702	1,354	15.6	15.5	15.5
13	Ctra Masaya-Tipitapa	924	837	1,761	283	92	375	30.6	11	21.3
14	Las Conchitas	301	396	697	152	125	277	50.5	31.6	39.7
15	Granada	1,563	1,319	2,882	699	546	1,245	44.7	41.4	43.2
16	Diriomo	615	604	1,219	97	338	435	15.8	56	35.7
17	Nandaime	1,045	1,016	2,061	432	266	698	41.3	26.2	33.9
18	Rivas	745	846	1,591	264	207	471	35.4	24.5	29.6
19	Juigalpa-Rama	567	537	1,104	456	401	857	80.4	74.7	77.6
20	Ctra. Matagalpa-Sébaco	693	599	1,292	216	208	424	31.2	34.7	32.8
21	Estelí	702	657	1,359	251	302	553	35.8	46	40.7
22	Condega	436	447	883	389	263	652	89.2	58.8	73.8
23	Ocotal	298	336	634	263	112	375	88.3	33.3	59.1
	Total	34,758	34,709	69,467	9,809	9,999	19,808	28.2	28.8	28.5
	Motorcycle						1,281			
	Unknown						69			
	Grand Total						21,158			

(1) 方向別の車種構成

マナグアに発着する車のうち乗用車が38.9％（8,234台）を占め、続いてピックアップが27.5％（5,821台）を占めている。他方、トレーラーを含むトラックの数はわずかに15.9％（3,379台）を占めるにすぎない。方向別の交通量では、車種別にみても発着はほぼ同じ割合となっている。表4－10は方向別の車種構成を示したものである。

表４－10　方向別車種構成

Direction	Passenger Car	Micro-bus	Bus	Pick-up	Truck	Semi-trailer	Others	Motor-cycle	Unknown	Total
To Managua	4,091	604	494	2,864	1,275	401	80	685	4	10,498
(%)	39.0	5.8	4.7	27.3	12.1	3.8	0.8	6.5	0.0	100.0
From Managua	4,143	638	484	2,957	1,271	432	74	596	65	10,660
(%)	38.9	6.0	4.5	27.7	11.9	4.1	0.7	5.6	0.6	100.0
Total	8,234	1,242	978	5,821	2,546	833	154	1,281	69	21,158
(%)	38.9	5.9	4.6	27.5	12.0	3.9	0.7	6.1	0.3	100.0

(2) 方向別目的構成

トリップの目的をみると”帰宅”が最も多く占め（46.2％)、次に”業務”が21.2％を占めている。他の目的はいずれも10％以下となっている。方向別の目的構成をみると”帰宅”を除きほぼ同じ比率である。その理由はマナグアに行くトリップの目的は種々様々であるのに対し、マナグア発のトリップは業務等を終えて帰宅するトリップが多いからである。表４－11は方向別のトリップの目的構成を示している。

表４－11　方向別トリップの目的構成

Direction	Business	Go to Work	Go to School	Social	Tourism, Pleasure	Shopping	Go back Home	Others	Unknown	Total
To Managua	2,396	4,807	381	716	328	476	773	594	27	10,498
(%)	22.8	45.8	3.6	6.8	3.1	4.5	7.4	5.7	0.3	100.0
From Managua	2,084	4,971	411	618	312	345	1,335	570	14	10,660
(%)	19.5	46.6	3.9	5.8	2.9	3.2	12.5	5.3	0.1	100.0
Total	4,480	9,778	792	1,334	640	821	2,108	1,164	41	21,158
(%)	21.2	46.2	3.7	6.3	3.0	3.9	10.0	5.5	0.2	100.0

(3) 車種別目的構成

乗用車は”仕事へ行く”ために最も多く使われており（45.0％)、その次に”業務”のために使われている（17.7％)。”仕事へ行く”と”業務”をあわせると乗用車の60％以上が仕事関連で使われていることになる。バスもほぼ乗用車と同様の使われ方をしている。この傾向は当然のことながら貨物車になるともっと強められる。表４－12には車種別目的構成を示してある。

(4) 調査時間帯方向別構成

図４－８はトリップの調査時間帯別と方向別の構成を示している。車の通行時間帯は7時～9時に集中している（35％を占める)。方向別交通量を時間帯別にしてみると、マナグア着、マナグア発の交通量はほぼ同じ割合を示している。

表４－１２　車種別目的構成

Vehicle Type	Business	Go to Work	Go to School	Social	Tourism, Pleasure	Shopping	Go back Home	Others	Unknown	Total
Passenger Car	1,454	3,708	514	524	333	338	1,007	343	13	8,234
	17.7	45.0	6.2	6.4	4.0	4.1	12.2	4.2	0.2	100.0
	32.5	37.9	64.9	39.3	52.0	41.2	47.8	29.5	31.7	38.9
Microbus	261	542	44	118	51	45	110	68	3	1,242
	21.0	43.6	3.5	9.5	4.1	3.6	8.9	5.5	0.2	100.0
	5.8	5.5	5.6	8.8	8.0	5.5	5.2	5.8	7.3	5.9
Bus	211	321	28	142	17	5	29	223	2	978
	21.6	32.8	2.9	14.5	1.7	0.5	3.0	22.8	0.2	100.0
	4.7	3.3	3.5	10.6	2.7	0.6	1.4	19.2	4.9	4.6
Pick-up	1,319	2,676	155	409	164	267	564	254	13	5,821
	22.7	46.0	2.7	7.0	2.8	4.6	9.7	4.4	0.2	100.0
	29.4	27.4	19.6	30.7	25.6	32.5	26.8	21.8	31.7	27.5
Truck	825	1,193	7	63	36	89	163	165	5	2,546
	32.4	46.9	0.3	2.5	1.4	3.5	6.4	6.5	0.2	100.0
	18.4	12.2	0.9	4.7	5.6	10.8	7.7	14.2	12.2	12.0
Semi-trailer	252	465	3	11	6	22	29	43	2	833
	30.3	55.8	0.4	1.3	0.7	2.6	3.5	5.2	0.2	100.0
	5.6	4.8	0.4	0.8	0.9	2.7	1.4	3.7	4.9	3.9
Others	22	94	0	4	5	1	13	15	0	154
	14.3	61.0	0.0	2.6	3.2	0.6	8.4	9.7	0.0	100.0
	0.5	1.0	0.0	0.3	0.8	0.1	0.6	1.3	0.0	0.7
Motorcycle	118	754	36	60	27	53	184	48	1	1,281
	9.2	58.9	2.8	4.7	2.1	4.1	14.4	3.7	0.1	100.0
	2.6	7.7	4.5	4.5	4.2	6.5	8.7	4.1	2.4	6.1
Unknown	18	25	5	3	1	1	9	5	2	69
	26.1	36.2	7.2	4.3	1.4	1.4	13	7.2	2.9	100.0
	0.4	0.3	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	4.9	0.3
Total	4,480	9,778	792	1,334	640	821	2,108	1,164	41	21,158
	21.2	46.2	3.7	6.3	3.0	3.9	10.0	5.5	0.2	100.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note　: Upper - Number of trips
Middle - Percent share of each trip purpose.
Lower - Percent share of each vehicle type.

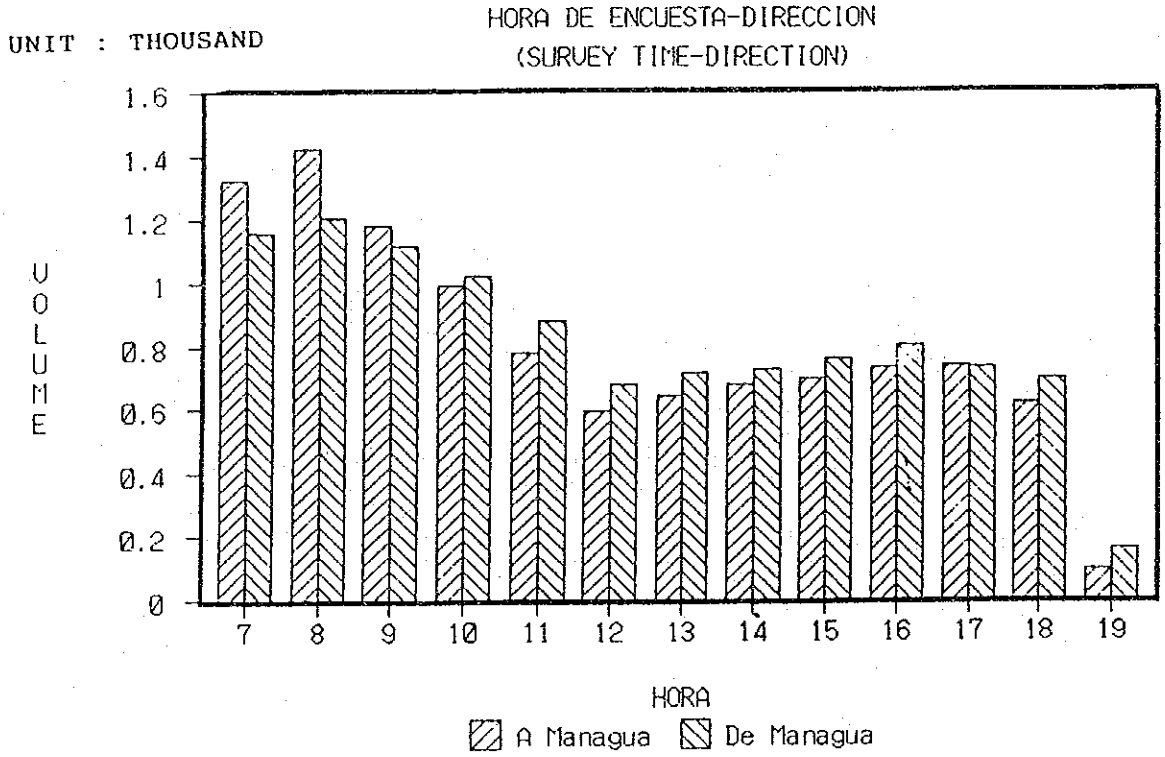


図４－８　調査時間帯別方向別構成

(5) 時間帯別車種構成

マイクロバスと大型バスを合わせたバスのトリップは7時台と8時台に集中し、30%以上を占めている。乗用車は7～9時の時間帯に10～12%を占めている。他方、トラックは8時台から10時台での動きが多い。表4－13には時間帯別車種構成を示している。

(6) 時間帯別目的構成

"仕事"目的の車は10時以前に集中しており、"業務"目的の車もほぼ同時間帯に多くみられる。他方、"帰宅"目的のトリップは午後5時台と6時台に多い。表4－14は時間帯別目的構成を示している。

表4－13　時間帯別車種構成

Survey Time	Passenger Car	Microbus	Bus	Pick-up	Truck	Semi-trailer	Others	Motor-cycle	Unknown	Total
7:00- 8:00	1,062	179	177	512	245	65	18	218	3	2,479
	42.8	7.2	7.1	20.7	9.9	2.6	0.7	8.8	0.1	100.0
	12.9	14.4	18.1	8.8	9.6	7.8	11.7	17.0	4.3	11.7
8:00- 9:00	1,064	187	142	699	259	68	24	176	10	2,629
	40.5	7.1	5.4	26.6	9.9	2.6	0.9	6.7	0.4	100.0
	12.9	15.1	14.5	12.0	10.2	8.2	15.6	13.7	14.5	12.4
9:00-10:00	839	129	126	709	269	70	26	130	0	2,298
	36.5	5.6	5.5	30.9	11.7	3.0	1.1	5.7	0.0	100.0
	10.2	10.4	12.9	12.2	10.6	8.4	16.9	10.1	0.0	10.9
10:00-11:00	805	112	107	571	228	69	16	104	0	2,012
	40.0	5.6	5.3	28.4	11.3	3.4	0.8	5.2	0.0	100.0
	9.8	9.0	10.9	9.8	9.0	8.3	10.4	8.1	0.0	9.5
11:00-12:00	626	83	74	463	239	79	11	85	1	1,661
	37.7	5.0	4.5	27.9	14.4	4.8	0.7	5.1	0.1	100.0
	7.6	6.7	7.6	8.0	9.4	9.5	7.1	6.6	1.4	7.9
12:00-13:00	514	58	51	363	148	71	6	60	7	1,278
	40.2	4.5	4.0	28.4	11.6	5.6	0.5	4.7	0.5	100.0
	6.2	4.7	5.2	6.2	5.8	8.5	3.9	4.7	10.1	6.0
13:00-14:00	543	66	55	356	201	64	8	52	14	1,359
	40.0	4.9	4.0	26.2	14.8	4.7	0.6	3.8	1.0	100.0
	6.6	5.3	5.6	6.1	7.9	7.7	5.2	4.1	20.3	6.4
14:00-15:00	520	87	46	421	186	74	10	65	1	1,410
	36.9	6.2	3.3	29.9	13.2	5.2	0.7	4.6	0.1	100.0
	6.3	7.0	4.7	7.2	7.3	8.9	6.5	5.1	1.4	6.7
15:00-16:00	521	79	46	439	214	66	10	80	2	1,457
	35.8	5.4	3.2	30.1	14.7	4.5	0.7	5.5	0.1	100.0
	6.3	6.4	4.7	7.5	8.4	7.9	6.5	6.2	2.9	6.9
16:00-17:00	580	81	51	449	196	69	8	101	0	1,535
	37.8	5.3	3.3	29.3	12.8	4.5	0.5	6.6	0.0	100.0
	7.0	6.5	5.2	7.7	7.7	8.3	5.2	7.9	0.0	7.3
17:00-18:00	552	77	53	429	179	70	7	103	1	1,471
	37.5	5.2	3.6	29.2	12.2	4.8	0.5	7.0	0.1	100.0
	6.7	6.2	5.4	7.4	7.0	8.4	4.5	8.0	1.4	7.0
18:00-19:00	527	72	40	357	151	60	7	99	0	1,313
	40.1	5.5	3.0	27.2	11.5	4.6	0.5	7.5	0.0	100.0
	6.4	5.8	4.1	6.1	5.9	7.2	4.5	7.7	0.0	6.2
Unknown	81	32	10	53	31	8	3	8	30	256
	31.6	12.5	3.9	20.7	12.1	3.1	1.2	3.1	11.7	100.0
	1.0	2.6	1.0	0.9	1.2	1.0	1.9	0.6	43.5	1.2
Total	8,234	1,242	978	5,821	2,546	833	154	1,281	69	21,158
	38.9	5.9	4.6	27.5	12.0	3.9	0.7	6.1	0.3	100.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note : Upper - Number of trips
Middle - Percent share of trip purpose
Lower - Percent share of each vehicle type

表4－14 時間帯別目的構成

Survey Time	Business	Go to Work	Go to School	Social	Tourism, Pleasure	Shopping	Go Back Home	Others	Unknown	Total
7:00- 8:00	566	1,232	304	135	36	63	49	93	1	2,479
	22.8	49.7	12.3	5.4	1.5	2.5	2.0	3.8	0.0	100.0
	12.6	12.6	38.4	10.1	5.6	7.7	2.3	8.0	2.4	11.7
8:00- 9:00	540	1,547	64	167	45	99	61	90	16	2,629
	20.5	58.8	2.4	6.4	1.7	3.8	2.3	3.4	0.6	100.0
	12.1	15.8	8.1	12.5	7.0	12.1	2.9	7.7	39.0	12.4
9:00-10:00	527	1,242	34	133	64	113	56	124	5	2,298
	22.9	54.0	1.5	5.8	2.8	4.9	2.4	5.4	0.2	100.0
	11.8	12.7	4.3	10.0	10.0	13.8	2.7	10.7	12.2	10.9
10:00-11:00	454	1,044	30	132	64	110	82	95	1	2,012
	22.6	51.9	1.5	6.6	3.2	5.5	4.1	4.7	0.0	100.0
	10.1	10.7	3.8	9.9	10.0	13.4	3.9	8.2	2.4	9.5
11:00-12:00	402	769	43	99	61	68	113	100	6	1,661
	24.2	46.3	2.6	6.0	3.7	4.1	6.8	6.0	0.4	100.0
	9.0	7.9	5.4	7.4	9.5	8.3	5.4	8.6	14.6	7.9
12:00-13:00	288	535	77	65	39	45	150	75	4	1,278
	22.5	41.9	6.0	5.1	3.1	3.5	11.7	5.9	0.3	100.0
	6.4	5.5	9.7	4.9	6.1	5.5	7.1	6.4	9.8	6.0
13:00-14:00	322	540	64	83	47	40	176	85	2	1,359
	23.7	39.7	4.7	6.1	3.5	2.9	13.0	6.3	0.1	100.0
	7.2	5.5	8.1	6.2	7.3	4.9	8.3	7.3	4.9	6.4
14:00-15:00	337	625	30	88	54	75	114	87	0	1,410
	23.9	44.3	2.1	6.2	3.8	5.3	8.1	6.2	0.0	100.0
	7.5	6.4	3.8	6.6	8.4	9.1	5.4	7.5	0.0	6.7
15:00-16:00	328	605	29	108	60	75	171	81	0	1,457
	22.5	41.5	2.0	7.4	4.1	5.1	11.7	5.6	0.0	100.0
	7.3	6.2	3.7	8.1	9.4	9.1	8.1	7.0	0.0	6.9
16:00-17:00	296	584	36	111	57	57	296	96	2	1,535
	19.3	38.0	2.3	7.2	3.7	3.7	19.3	6.3	0.1	100.0
	6.6	6.0	4.5	8.3	8.9	6.9	14.0	8.2	4.9	7.3
17:00-18:00	206	517	48	99	47	41	404	106	3	1,471
	14.0	35.1	3.3	6.7	3.2	2.8	27.5	7.2	0.2	100.0
	4.6	5.3	6.1	7.4	7.3	5.0	19.2	9.1	7.3	7.0
18:00-19:00	163	418	32	100	61	22	404	113	0	1,313
	12.4	31.8	2.4	7.6	4.6	1.7	30.8	8.6	0.0	100.0
	3.6	4.3	4.0	7.5	9.5	2.7	19.2	9.7	0.0	6.2
Unknown	51	120	1	14	5	13	32	19	1	256
	19.9	46.9	0.4	5.5	2.0	5.1	12.5	7.4	0.4	100.0
	1.1	1.2	0.1	1.0	0.8	1.6	1.5	1.6	2.4	1.2
Total	4,480	9,778	792	1,334	640	821	2,108	1,164	41	21,158
	21.2	46.2	3.7	6.3	3.0	3.9	10.0	5.5	0.2	100.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note : Upper - Number of trips
Middle - Percent share of each trip purpose
Lower - Percent share of each vehicle type

4.3.4 交通量カウウント調査

交通量カウント調査は路側OD調査と同じ調査地点で行われた。その結果は図4－15に示されている。最も交通量の多い道路区間はマナグアーマサヤ区間の地点11（16,798台）で、次がマナグアーサンベニト区間の地点12（8,716台）、マナグアーナンダイメ区間の地点10（7,601台）であった。

マナグアからホンジュラスに赴く道路に関しては、二つのパンアメリカンハイウェーがある。1つはマナグアーサンベニトーホンジュラスを結ぶ道路で、もう一つはマナグアーレオンーチナンデガーホンジュラスを結ぶ道路である。旅行時間が短くなるため、前者よりも後者の方が交通量は多い。後者のマナグアーレオン間もまた二つのルートがあ

る。一つはマナグア湖付近を通り、他方はサンタ・リタを経由する道路である。現在、後者は改修中であるため、交通量はそんなに多くない。表4－15は1989年のMCT調査との比較表である。1989年と調査地点は正確に同じでないため、主要道路の交通量は最も近い調査地点でもって比較された。本調査の24時間交通量は24時間交通カウント調査地点の昼夜率を乗ずることにより推定された（マナグア付近の調査に対しては1.25の昼夜率が適用され、その他の地点に対しては1.28の昼夜率が適用された)。交通量の伸びをみると、マナグア近郊（地点10および地点11）が高い伸びを示している。大型車の混入率をみると、大都市近郊（地点1、2、10、11および15）では低い値となっている。その他の調査地点では20％以上が示されている。

表4－15　地点別交通量カウント結果

Survey Point No.	1993.3 (12hr)	1993.3 (24hr)	1989 (MCT) (24hr)	Growth Rate	Day/Night Ratio	Heavy Vehicle Ratio
1	2,694	3,448	1,624	2.12	1.28	15.7
2	4,476	5,729	3,447	1.66	1.28	18.5
3	740	947	589	1.61	1.28	31.8
4	4,134	5,283	4,730	1.12	1.28	27.1
5	527	675	563	1.20	1.28	49.9
6-1	204	261	563	0.46	1.28	52.5
6-2	333	426	---	---	---	49.2
7	1,934	2,482	1,465	1.69	1.28	34.6
8	1,357	1,737	1,131	1.54	1.28	38.0
9	4,465	5,581	3,555	1.57	1.25	22.8
10	7,601	9,501	2,206	4.31	1.25	9.3
11	16,798	20,882	7,942	2.63	1.25	10.2
12	8,716	10,895	6,023	1.81	1.25	23.0
13	1,761	2,254	1,358	1.66	1.28	47.2
14	697	892	589	1.51	1.28	42.8
15	2,882	3,689	2,667	1.38	1.28	17.7
16	1,219	1,560	1,224	1.27	1.28	35.2
17	2,061	2,638	885	2.98	1.28	31.6
18	1,591	2,036	291	7.00	1.28	24.5
19	1,104	1,413	1,110	1.27	1.28	29.8
20	1,292	1,654	1,292	1.28	1.28	27.2
21	1,359	1,740	---	---	---	29.2
22	883	1,130	742	1.52	1.28	34.2
23	634	812	441	1.84	1.28	31.4

Note : 24 Hours Survey Point (No.4,No.7,No.11)

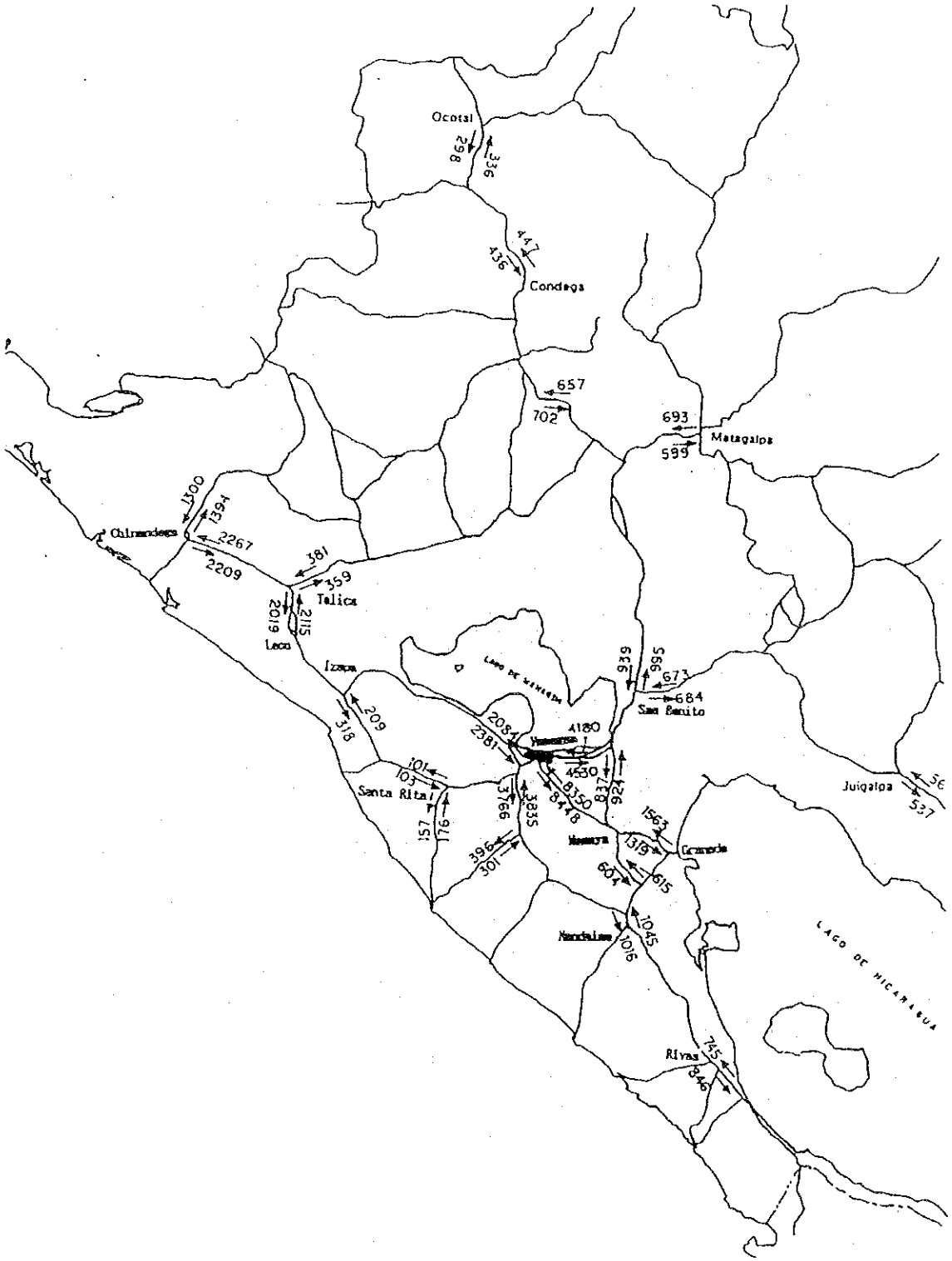


図4－9　交通量カウント調査結果

4.3.5 走行速度調査

走行速度調査結果は表4－16に示されている。走行速度はいずれのルートにおいても交通量との関連は見い出されなかった。このことはほとんどの調査対象道路で現在の交通量と道路容量との間に余裕があることを示しているといえる。

表4－16　走行速度調査

Section No.	Survey Time	Traffic Volume		Travel Time (km/hr)		Remarks
		To Managua	From Managua	To Managua	From Managua	
1	7:00- 9:00	239	266	57.2	57.7	Traffic Survey Point No. 1
	10:00-12:00	166	209	57.6	58.2	
	17:00-19:00	284	259	55.2	48.8	
2	7:00- 9:00	435	435	39.1	53.3	Traffic Survey Point No. 2
	10:00-12:00	363	391	41.6	51.5	
	17:00-19:00	376	351	39.4	55.3	
3	7:00- 9:00	435	435	67.7	70.3	Traffic Survey Point No. 2
	10:00-12:00	363	391	59.3	69.7	
	17:00-19:00	376	351	70.2	61.5	
4	7:00- 9:00	76	47	64.0	65.5	Traffic Survey Point No. 3
	10:00-12:00	57	64	72.1	65.5	
	17:00-19:00	64	53	60.0	61.3	
5	7:00- 9:00	330	420	59.1	59.3	Traffic Survey Point No. 4
	10:00-12:00	317	356	49.7	52.4	
	17:00-19:00	390	296	53.7	57.7	
6	7:00- 9:00	360	393	59.4	53.5	Traffic Survey Point No. 9
	10:00-12:00	395	304	54.9	62.2	
	17:00-19:00	406	395	55.9	59.2	
7	7:00- 9:00	1,764	1,356	53.0	57.1	Traffic Survey Point No. 11
	10:00-12:00	1,289	1,218	69.3	60.3	
	17:00-19:00	1,085	1,684	52.8	57.8	
8	7:00- 9:00	187	128	68.5	67.7	Traffic Survey Point No. 7
	10:00-12:00	151	163	67.2	66.9	
	17:00-19:00	183	207	64.1	64.2	
9	7:00- 9:00	91	120	71.0	65.3	Traffic Survey Point No. 16
	10:00-12:00	82	91	61.1	62.8	
	17:00-19:00	146	88	58.1	56.5	
10	7:00- 9:00	91	142	65.4	51.0	Traffic Survey Point No. 18
	10:00-12:00	153	148	60.2	57.1	
	17:00-19:00	134	123	60.5	53.8	

4.3.6 現在OD表の作成

OD調査結果に基づき、現在OD表が7車種別に作成された。OD表作成の手順は以下のとおりである。

ステップ1 サンプルデータのみを用いて現在OD表を作成する。

ステップ2 拡大率と昼夜率を用いて拡大済OD表を作成する。

ステップ3 スクリーンラインのOD交通量の修正。

ステップ4 週変動、季節変動率を用いて上記OD量を調整し最終の現在OD表を作成する。

図4－10は上記（現在）OD表作成手順を示したものである。

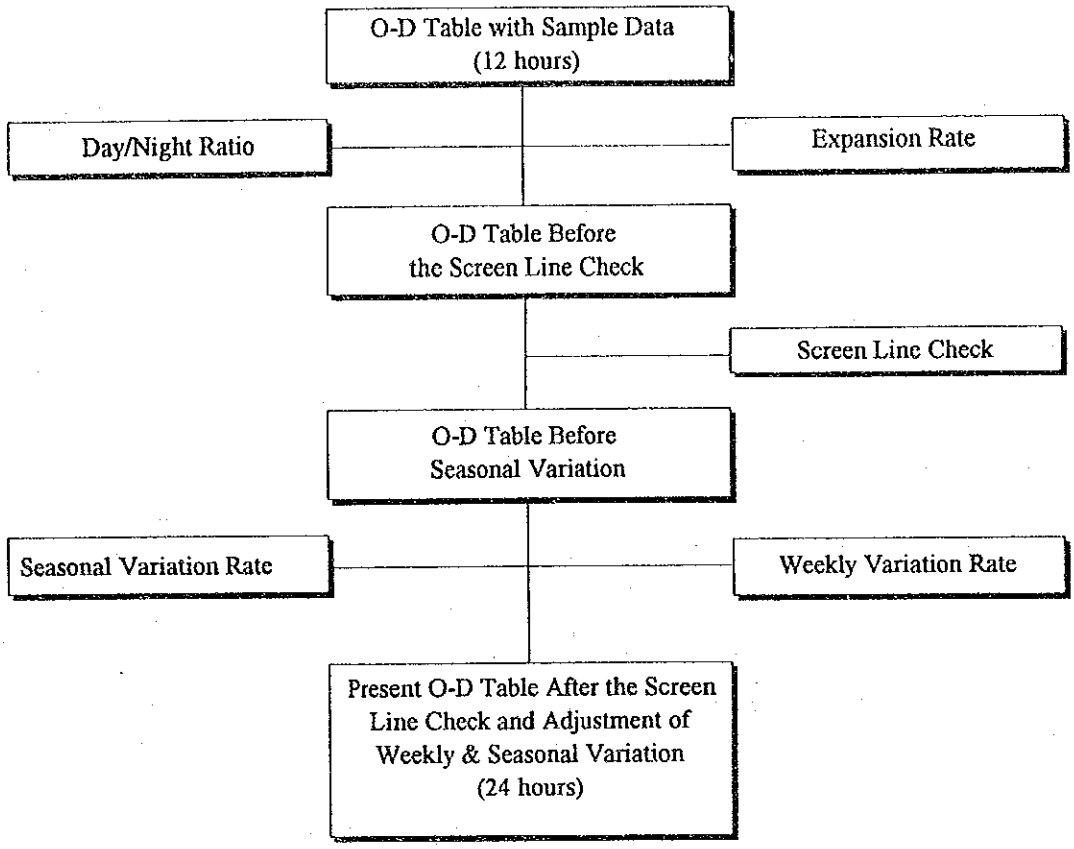


図4－10　現在OD表作成手順

(1) ステップ1

各路側OD調査地点で得られたサンプルデータのみを用いてOD表を作成する。このOD表は拡大前OD表と呼ばれる。総トリップ数は21,158トリップで、そのうちの42.8％がゾーン11（首都マナグアを含んでいる）に発着を持つトリップである。

(2) ステップ2

ステップ1で得られたOD表は12時間の拡大前OD表にすぎない。それゆえに以下の率を用いてこのOD表を24時間OD表に拡大する必要がある。

a）各調査地点のサンプル率

b）昼夜率（総交通量÷昼間交通量として定義されている）

サンプル率は各調査地点ごとに車種別に計算された。昼夜率は表4－17に示した24時間交通量カウント調査地点の昼夜率でもって決定された。平均サンプル率は28.6％（表4－9参照）であり、昼夜率は1.25～1.28の間であった（表4－15参照）。

表4－17　サンプル率と昼夜率

Survey Point : 4 (León)

Direction	Item	Passenger Car	Microbus	Bus	Pick-up	Truck	Semi-trailer	Others	Total
To Managua	Traffic Volume	615	162	200	641	250	125	26	2,019
	No. of Sample	224	25	37	131	52	45	13	527
	Sampling Rate	36.4	15.4	18.5	20.4	20.8	36.0	50.0	26.1
	Day/Night Rate	1.33	1.28	1.25	1.31	1.20	1.30	1.42	1.29
From Managua	Traffic Volume	701	154	210	671	228	115	36	2,115
	No. of Sample	296	43	60	259	97	90	12	857
	Sampling Rate	42.2	27.9	28.6	38.6	42.5	78.3	33.3	40.5
	Day/Night Rate	1.23	1.24	1.21	1.28	1.29	1.47	1.17	1.26
Total	Traffic Volume	1,316	316	410	1,312	478	240	62	4,134
	No. of Sample	520	68	97	390	149	135	25	1,384
	Sampling Rate	39.5	21.5	23.7	29.7	31.2	56.3	40.3	33.5
	Day/Night Rate	1.28	1.26	1.23	1.29	1.24	1.38	1.27	1.28

Survey Point : 7 (San Benito)

Direction	Item	Passenger Car	Microbus	Bus	Pick-up	Truck	Semi-trailer	Others	Total
To Managua	Traffic Volume	262	27	62	368	182	35	3	939
	No. of Sample	87	3	43	135	71	25	3	367
	Sampling Rate	33.2	11.1	69.4	36.7	39.0	71.4	100.0	39.1
	Day/Night Rate	1.19	1.22	1.21	1.24	1.76	1.84	1.67	1.35
From Managua	Traffic Volume	267	25	68	384	215	32	4	995
	No. of Sample	116	9	56	162	100	32	4	479
	Sampling Rate	43.4	36.0	82.4	42.2	46.5	100.0	100.0	48.1
	Day/Night Rate	1.23	1.24	1.21	1.28	1.29	1.47	1.17	1.26
Total	Traffic Volume	529	52	130	752	397	67	7	1,934
	No. of Sample	203	12	99	297	171	57	7	846
	Sampling Rate	38.4	23.1	76.2	39.5	43.1	85.1	100.0	43.7
	Day/Night Rate	1.19	1.25	1.16	1.22	1.47	1.80	1.43	1.28

Survey Point : 11 (Ctra.Masaya)

Direction	Item	Passenger Car	Microbus	Bus	Pick-up	Truck	Semi-trailer	Others	Total
To Managua	Traffic Volume	4,815	316	353	2,326	369	74	97	8,350
	No. of Sample	786	70	25	468	68	2	0	1,419
	Sampling Rate	16.3	22.2	7.1	20.1	18.4	2.7	0.0	17.0
	Day/Night Rate	1.22	1.25	1.30	1.23	1.33	1.59	1.19	1.24
From Managua	Traffic Volume	4,695	358	380	2,456	419	70	70	8,448
	No. of Sample	959	93	60	297	58	4	1	1,472
	Sampling Rate	20.4	26.0	15.8	12.1	13.8	5.7	1.4	17.4
	Day/Night Rate	1.27	1.23	1.27	1.24	1.16	1.29	1.19	1.25
Total	Traffic Volume	9,510	674	733	4,782	788	144	167	16,798
	No. of Sample	1,745	163	85	765	126	6	1	2,891
	Sampling Rate	18.3	24.2	11.6	16.0	16.0	4.2	0.6	17.2
	Day/Night Rate	1.24	1.24	1.28	1.23	1.24	1.44	1.19	1.25

まず第1にサンプル率が関連ODトリップに車種別に乗じられ、それに昼夜率が乗ぜられた。

(3) ステップ3

上記OD表はまだ最終的なOD表でなく、暫定のOD表である。この暫定のOD表のOD交通量は図4－12に示した以下の3つのスクリーンラインの交通量によって修正される。

1) CA1上のスクリーンライン1

2) CA3上のスクリーンライン2

3) マサヤ道路のスクリーンライン3

このスクリーンラインチェックを終えたあと、車種別の現在OD表が作成される。車種は乗用車、マイクロバス、大型バス、ピックアップ、トラック、トレーラー、トラックター、不明に分類された。オートバイは除外されている。

(4) ステップ4

上記の手順を経たOD表は週変動、季節変動による修正が必要である。交通量は週の曜日によっても、季節によっても変動する。特定の日に調査された交通量は週変動、季節変動データは付録に示されている。内々交通量を除いた最終的なOD表の総トリップ数は、"オートバイ"と"不明"を除き30,868トリップである。これらのトリップのうち"乗用車"は34.0％（10,486トリップ）を占め、ピックアップは30.0％、トラックは15.3％であった。車種構成は以下のとおりである。

－	乗用車	10,486台（34.0％）
－	ミニバス	1,492台（ 4.8％）
－	大型バス	2,176台（ 7.0％）
－	ピックアップ	9,500台（30.8％）
－	トラック	4,732台（15.3％）
－	トレーラー	2,253台（ 7.3％）
－	トラックター	229台（ 0.7％）
	合　計	30,868台

図4－12においてトリップの分布をみると、ゾーン11（首都マナグアを含む）に最も多くの交通が集中している（およそ40％）。次に交通の多いゾーンはマサヤ、グラナダ、チナンデガ、レオンと続いている。

表4－17はゾーン別車種別の発生・集中量を示している。ゾーン11はどの車種をみても60％台を占めている。作成されたOD表は表4－19に示されている。

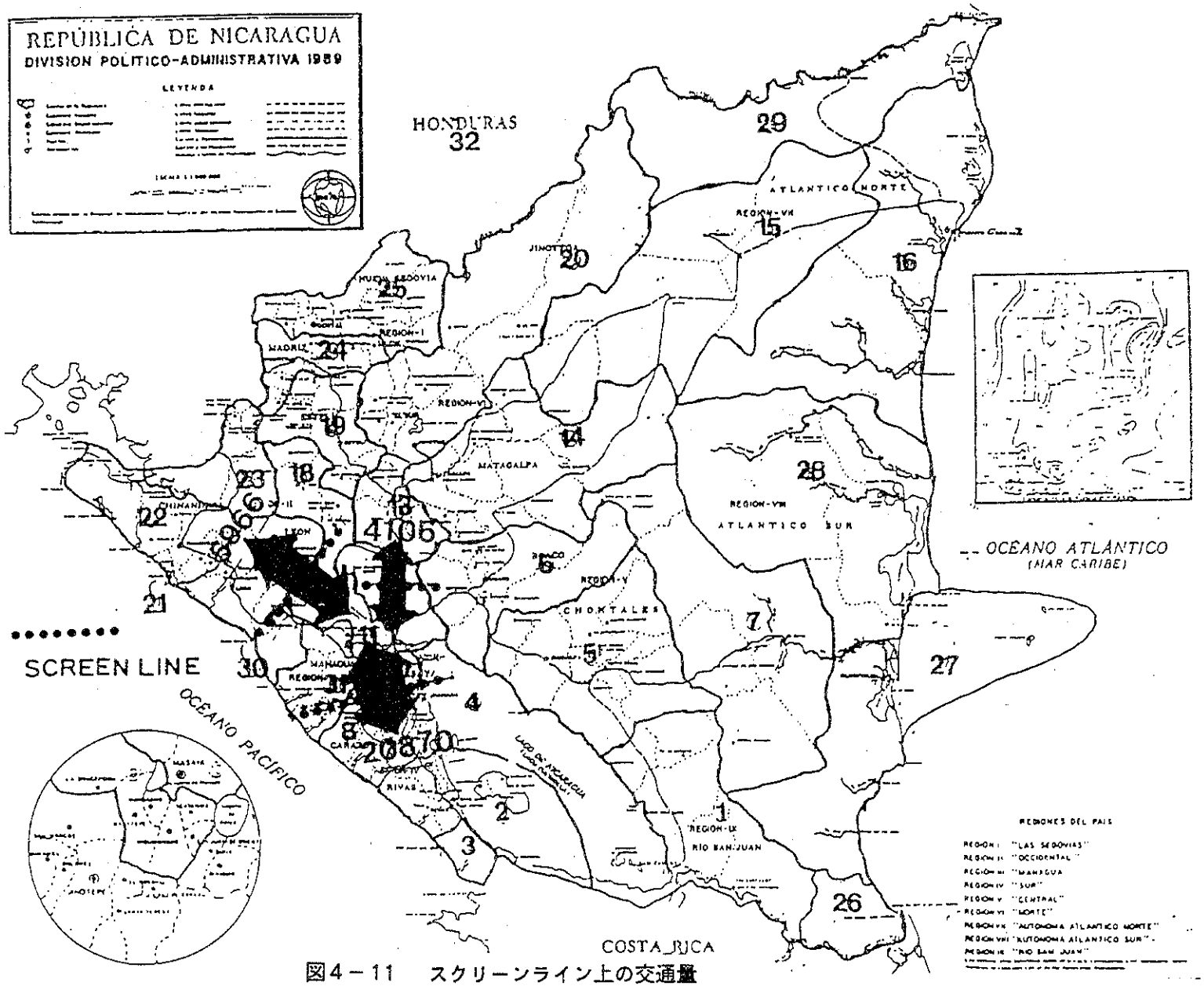


図4－11　スクリーンライン上の交通量

表４－１８　ゾーン別車種別発生・集中量

Zone	Passenger Car		Truck		Total	
	Generation	Attraction	Generation	Attraction	Generation	Attraction
1	35	45	23	14	58	59
2	658	765	174	265	832	1,030
3	31	31	10	9	41	40
4	1,571	1,663	423	460	1,994	2,123
5	221	233	111	77	332	310
6	265	281	131	84	396	365
7	84	110	121	79	205	189
8	1,584	1,226	269	231	1,853	1,457
9	480	458	184	176	664	634
10	3,394	3,449	546	696	3,040	4,145
11	9,464	9,625	3,006	2,761	12,484	12,021
12	486	473	91	126	577	599
13	269	288	80	73	349	361
14	512	575	151	170	663	745
15	1	3	5	9	6	12
16	0	1	2	4	2	5
17	1,048	1,065	229	192	1,277	1,257
18	38	41	21	18	59	59
19	468	516	158	194	626	710
20	92	121	72	52	164	173
21	140	204	112	103	252	307
22	1,243	1,330	315	342	1,558	1,672
23	318	262	42	26	360	288
24	226	212	81	61	307	273
25	299	228	79	114	378	342
26	1	0	0	0	1	0
27	1	2	0	1	1	3
28	0	0	0	0	1	0
29	0	0	0	1	0	1
30	12	3	16	25	28	28
31	438	460	267	333	705	793
32	90	104	290	348	380	425
33	166	222	166	145	332	671
Total	23,636	23,636	7,189	7,189	30,825	30,825

Note : Excluding motorcycles and unknown vehicles

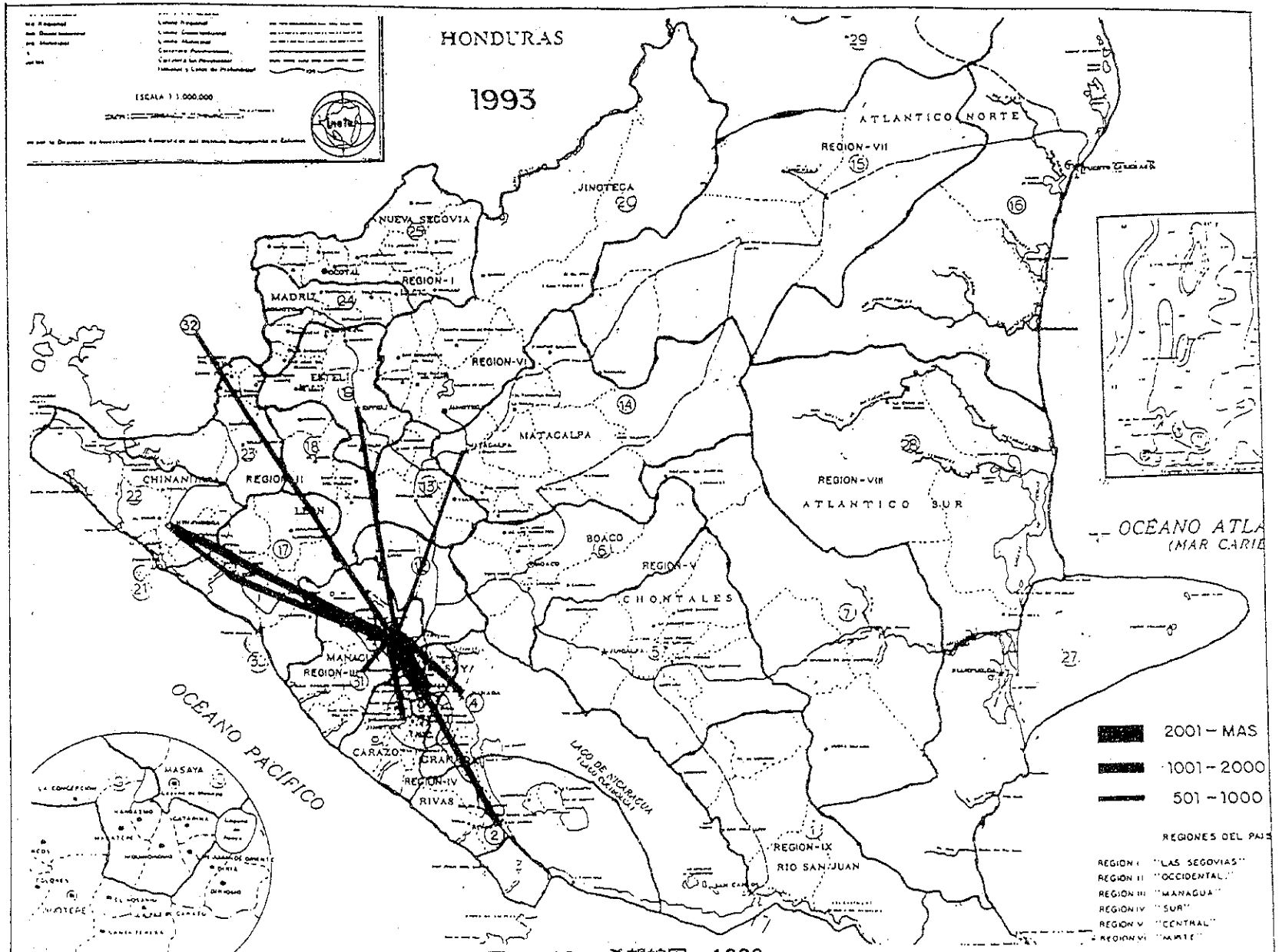


図4－12　希望線図－1993

表4－19　現在OD表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	99	Total
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	52	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
2	0	0	7	26	1	0	0	56	6	29	522	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	832
3	0	13	0	0	0	0	0	1	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
4	1	28	0	0	1	0	0	66	56	494	1312	6	1	9	0	2	0	0	3	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	1	1995
5	1	7	1	4	0	45	0	1	0	13	220	11	8	3	0	0	0	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	9	0	332
6	0	9	0	7	50	0	1	0	0	9	310	3	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	396
7	0	0	0	4	1	0	0	0	0	6	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
8	1	89	0	123	3	3	3	0	0	0	1558	12	2	1	0	0	1	0	0	2	0	12	0	1	4	0	0	0	0	0	37	1	0	3	1856
9	3	22	0	122	0	0	0	0	0	0	504	0	0	11	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	664
10	1	65	0	579	11	17	0	10	31	0	2965	98	8	34	4	0	11	0	32	3	10	45	0	5	0	0	0	0	0	0	2	5	4	9	3949
11	50	680	32	1199	221	294	184	1271	509	3380	0	445	113	374	6	2	752	14	270	121	209	855	76	49	96	0	3	0	1	25	736	391	126	22	12506
12	0	0	0	13	3	5	0	18	2	79	416	0	4	16	0	0	4	0	3	2	1	4	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	577
13	0	0	0	1	5	1	0	0	8	9	90	0	0	147	1	0	24	0	43	9	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	349
14	0	2	0	9	0	0	1	0	1	16	412	7	126	0	0	0	10	1	63	3	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	663
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	0	4	0	2	1	0	0	4	2	76	574	2	39	16	0	0	0	35	13	4	36	424	32	0	1	0	0	0	0	2	1	7	2	0	1277
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	1	3	1	0	27	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	59
19	2	0	0	1	6	0	0	0	2	7	267	5	41	76	0	0	10	0	0	28	0	4	0	53	122	0	0	0	0	0	1	1	0	0	626
20	0	0	0	1	0	0	0	0	7	4	94	0	0	25	0	0	3	0	27	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164
21	0	5	0	6	0	0	0	1	3	4	162	0	0	2	0	0	23	0	0	0	0	40	0	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	252
22	0	12	0	3	0	0	0	2	0	9	883	2	10	3	0	0	377	4	8	0	35	0	173	11	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	1558
23	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0	3	0	0	7	3	0	0	9	224	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15	0	360
24	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	53	4	0	7	0	0	0	0	128	0	0	2	0	0	109	0	0	0	0	0	0	1	0	0	307
25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	108	0	3	0	0	0	0	0	108	0	2	1	0	151	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	378
26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
31	0	0	0	8	3	0	0	15	5	3	653	3	0	3	0	1	4	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	705
32	0	0	0	3	0	0	0	2	2	2	313	0	0	8	0	0	0	0	2	0	0	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	380
33	0	88	0	8	1	0	0	7	0	0	197	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	332
99	0	0	0	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Total	59	1030	40	2128	312	366	189	1457	634	4145	12026	599	361	745	12	5	1257	59	710	173	307	1672	288	273	342	0	3	0	1	28	793	452	367	35	30868

Note : 99 : Unknown

第5章　地質的考察

第5章　地質的考察

5.1　概　説

ニカラグァ国は、地理的に、太平洋沿岸平原、Nicaragua沈降帯、内陸高原及び大西洋沿岸平原の四つに大別される（図5－1)。これらの地理的区分は、この国の地質区分にもよく反映している。即ち、太平洋沿岸平原は太平洋に面する瀬海性堆積地域である。Nicaragua沈降帯は、太平洋沿岸平原と内陸高原とに挟まれた地溝帯であり、冲積平野に囲まれた無数の火山を擁する。内陸高原は、イ）Nicaragua沈降帯の北東に位置する内陸第三紀火山区域、ロ）中央北部の先第三紀変成基盤岩、ハ）先第三紀変成基盤岩の南西に存在するIyas地溝帯、及びニ）Iyas地溝帯の南東に隣接しているNicaragua中央高原、の四つの構造ユニットに分けられる。大西洋沿岸平原はMosquito峡谷あるいはBluefield地区と呼ばれる第四紀冲積層堆積地域に相当する。(図5－2)

ニカラグァ国で最も古い岩石は、中央北部に位置する先第三紀変成基盤岩であり、国の最も高い山岳地帯を形成している。主な岩石は、絹雲母、緑泥石ー絹雲母、石墨質砂質片岩、珪岩、大理石、角閃岩、変質火山岩及びアルコーズ砂岩や礫岩のような砕屑堆積岩類である。時代的には先第三紀と定義されているが、多分古生代に属すると思われる。中生代の貫入深成岩を含むこれらの区分不可能な変成岩類は、国の中央北西部に限られており、ホンジュラスとの国境をなす"Dipilto及びJalapa山系" を形成する。

中生代以降における地質系統の発達は、図5－3に示すように、西部、中央部、東部及び北東部の四つの地域に分化している。西部は太平洋岸からNicaragua沈降帯の北東縁までの岩石を含んでいる。中央部はNicaragua沈降帯の北東の広い第三紀火山区域に相当する。東部はBluefield地域である。北東部はBonanza－Siuna鉱山地域を指し、ここでは、Bonanza火山岩類はMatagalpa層群に、また、Sinua火山岩類はMetapan層に命名されている。

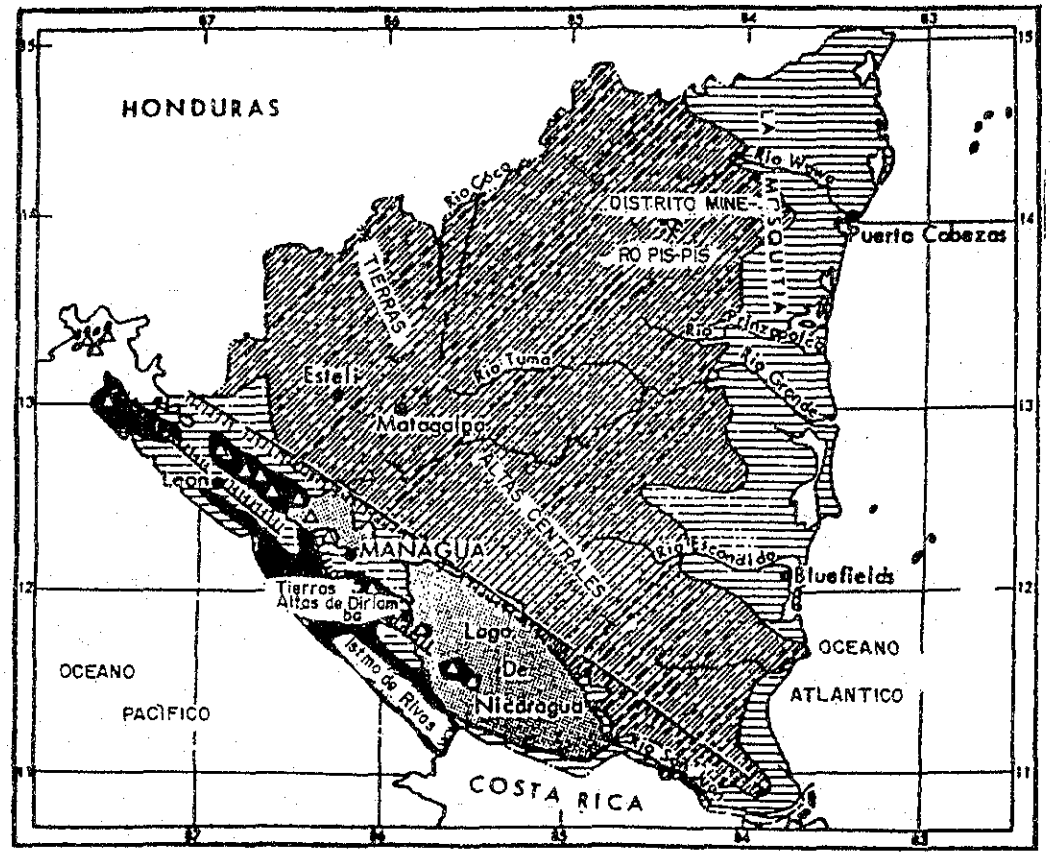
中生代層は、ジュラ紀ー下部白亜紀のMetapan層（北東部に発達）とその上位にくる上部白亜紀のRivas層（西部）及び先Metapan層（西部以外の地域）の二つに分けられる。Metapan層は変成基盤岩の南東縁とIyas地溝帯の南東に分布する。

主にアルコーズ質砂岩よりなり、礫岩、石灰質頁岩、泥灰岩、苦灰岩等を挟む。Rivas層は太平洋沿岸平原地域の南西部に発達しており、アルコーズ質砂岩、細粒砂岩、頁岩からなる海成の乱流型砕屑堆積物に、泥灰岩、石灰岩、安山岩、安山岩質凝灰岩を伴っている。

古第三紀では、太平洋沿岸地域とその他の地域とでは岩相が明かに異なっている。太平洋沿岸地域では、瀬海性の砂岩、石灰岩、泥灰岩に凝灰岩、集塊岩、安山岩ー玄武岩質溶岩等の火砕岩類を交えた暁新世ー始新世のBrito層が、白亜紀のRivas層をその北東側で不整合に覆っている。また、その南西側では、さらに火砕質堆積物に富む（凝灰質な砂岩、頁岩、礫質砂岩に石灰質礫岩のレンズを挟む）漸新世のMasachapa層に覆われている。中央

NICARAGUA

CONFIGURACION SUPERFICIAL Y GEOLOGIA RELACIONADA



VOLCANES RECIENTES

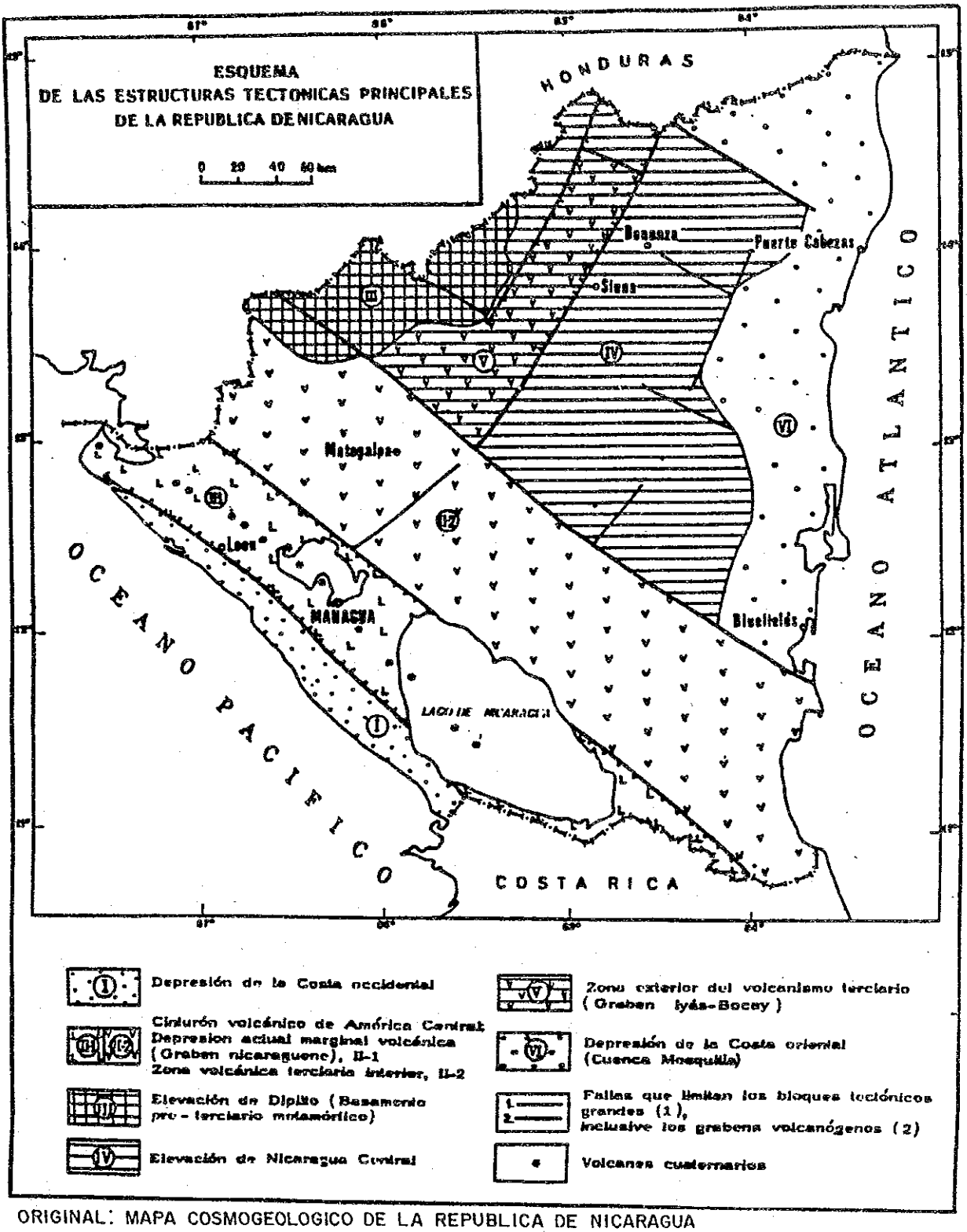
CERROS Y MONTAÑAS DE ORIGEN VOLCANICO RECIENTE O CUBIERTOS POR CENIZA VOLCANICA RECIENTE. SUELOS JOVENES Y ROCOSOS CON PARCELAS LOCALES DE SUELOS FERTILES.

CERROS Y MONTAÑAS PRINCIPALMENTE DE ROCAS VOLCANICAS ANTIGUAS (TERCIARIO). SUELOS MODERADAMENTE FERTILES EN AREAS DE BAJO RELIEVE. SUELOS ROCOSOS E INFERTILES EN AREAS DE ALTO RELIEVE. SUELOS INFERTILES Y LATERITICOS EN LAS BAJAS DE LA LADERA ORIENTAL.

PLANICIES DE TIERRAS BAJAS (CUBIERTAS CON CENIZA EN EL AREA DEL PACIFICO.). SUELOS BIEN DRENADOS Y FERTILES DE LA COSTA OESTE; SUELOS FRECUENTEMENTE INUNDADOS, PERO LOCALMENTE BUENOS DE LA COSTA ESTE.

PRINCIPALES FALLAS DE LA DEPRESION NICARAGUENSE

図５－１　ニカラグァ国地質構造・土壌・地形区分図



ORIGINAL: MAPA COSMOGEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA

ESCALA: 1: 1,500,000. Dr. M. DARCE Y OTROS 1990

図5－2　ニカラグァ国地質構造概要図

EDAD		OESTE	CENTRO	ESTE	NORESTE
Q.	Holoceno	Volcanico y Aluvión	Aluvión	Aluvial y depositos Residuales	
	Pleistoceno	Grupo Las Sierras	Volcanicos Indistintos		
TERCIARIO	Plioceno	Fm. El Salto	Grupo Coyol	Fm. Bluefields	Grupo Coyol
	Mioceno	Fm. El Fraile / Fm. Tamarindo			
	Oligoceno	Fm. Masachapa	Grupo Matagalpa	Fm. Cukra	Grupo Matagalpa
	Eoceno	Fm. Brito			
	Paleoceno		?	?	?
CRETACEO	Superior	Fm. Rivas	Grupo Pre-Matagalpa		
			? ?		
	Inferior	Complejo Nicoya en Costa Rica			Fm. Metapán

(ORIGINAL: Dr. M. DARCE Y OTROS 1989)

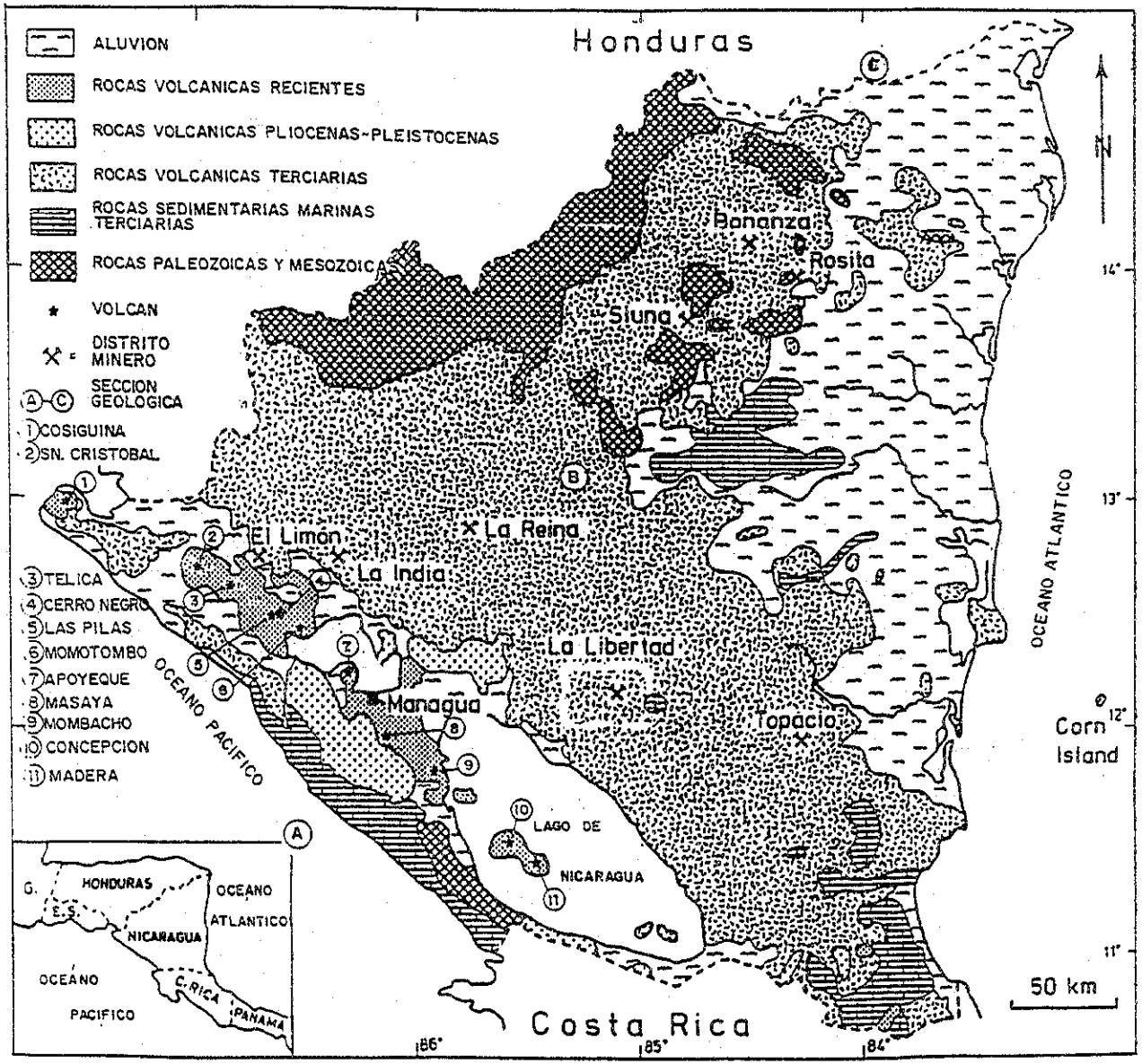
図5－3　ニカラグァ国地質層序相比図

及び北東地域では、極端な中性ー酸性火砕岩類によって特徴づけられるMatagalpa層群が古第三紀を通じて発達している。火砕岩類は流紋岩質及び流紋岩ー流紋・石英安山岩質凝灰岩を主とし、これにいくらかの安山岩ー玄武岩質溶岩や安山岩ー石英安山岩質の破砕溶岩や集塊岩質凝灰岩、さらに凝灰質砂岩や砂質、粘土質角礫岩等を伴う。また、これら火山岩類はいくらかの火成岩によって貫入されている。Bluefield地域では、古第三紀層はCukra層と呼ばれている。

この極端な火山活動は新第三紀まで続いており、特に内陸高原地域において顕著であった。古第三紀層は玄武質及び安山岩ー玄武岩質溶岩、安山岩質及び流紋岩ー石英安山岩質凝灰岩及び凝灰角礫岩、流紋岩ー石英安山岩質集塊岩等の厚い火砕岩類よりなる中新世の下部Coyol層群によって不整合に覆われる。鮮新世の上部Coyol層群は、塩基性溶岩や酸性の熔結火砕堆積岩類よりなり、下部Coyol層群上に整合的に累重している。両者は一体となってメサと呼ばれる残留急斜部を持つ台地を形成している。太平洋沿岸地域では、凝灰質砂岩、頁岩、石灰岩よりなり石灰質礫岩、集塊岩のレンズや玄部岩質・安山岩質凝灰岩等を挟む中新世のEl Fraile層が中新ー漸新世のMasachapa層を整合に覆っている。Bluefield地域では、中新世から鮮新世の累層は一括してBluefield層とよばれている。太平洋沿岸地域では、破砕性珊瑚礁型石灰岩、泥灰岩、石灰質砂岩及び礫岩からなる鮮新世のEl Salto層がEl Fraile層を不整合に覆っている。

第四紀では、更新世のLas Sierras層群が主に西部に発達しており、安山岩質凝灰岩や集塊岩、安山岩ー流紋・石英安山岩あるいは石英安山岩、軽石質凝灰岩、凝灰質砂岩からなる。しかし、中央地域では一つの不可分な火山活動が、また、東部及び北東部では、第四紀を通じて沖積層及び残留堆積物が認められる。西部及び中部の現世の堆積物は、河に沿ってか湖の周りに存在する他、主に玄部岩質溶岩や火砕岩よりなる活火山からの大量の火山噴出物としても認められる。

概念的地質図を図5－4に、また、ニカラグァ国を横断する代表的地質断面を図5－5に示す。



(ORIGINAL: Dr. M. DARCE, INMINE 1990)

図5－4　ニカラグァ国地質概略図

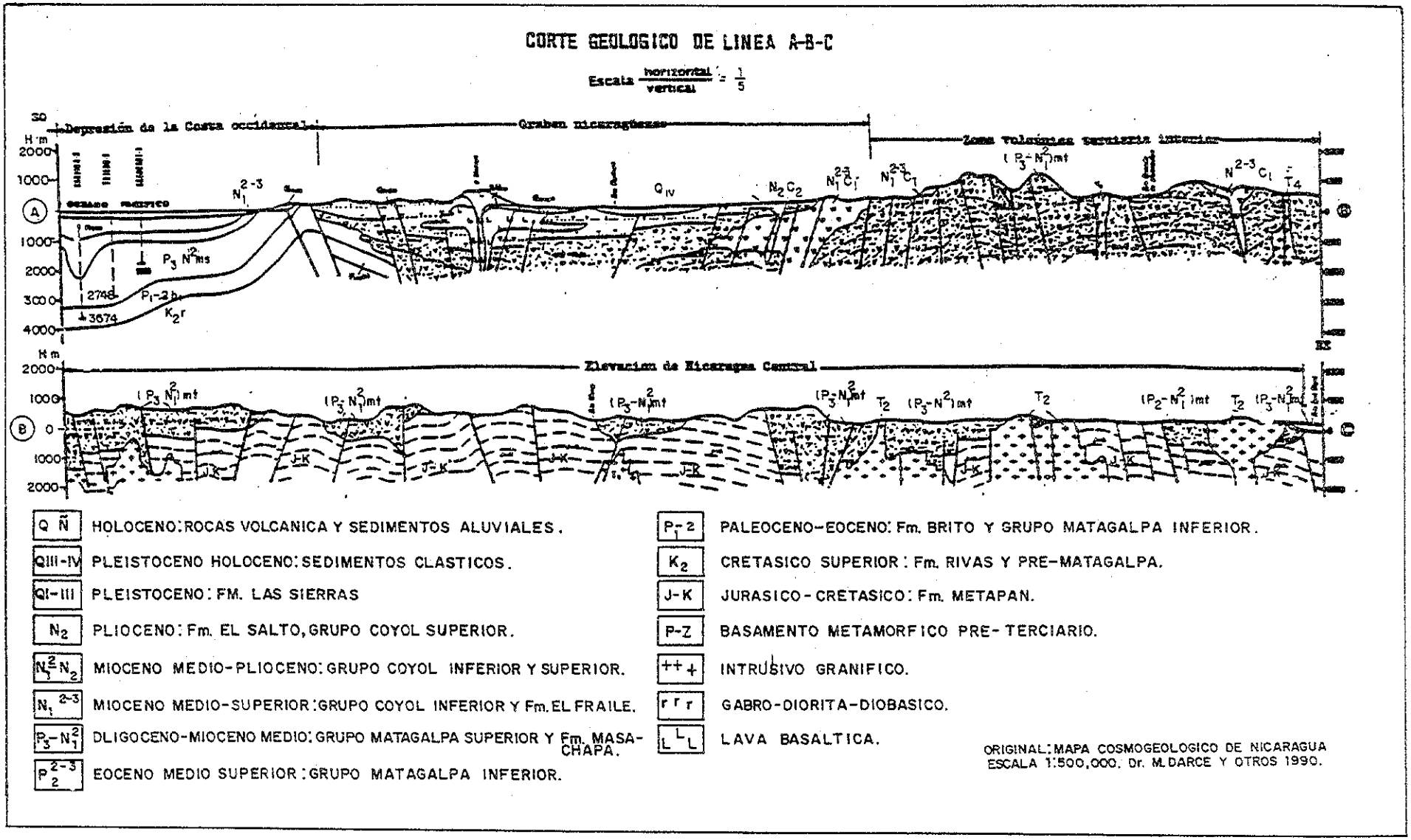


図5－5　ニカラグァ国地質断面図

5.2 現世火山活動

中米の太平洋側で活火山系に属している国は、グアテマラ、エルサルバドル、ニカラグァ及びコスタリカの四ケ国である。活火山脈は太平洋岸の沿岸線にほぼ平行に並んでいるが、八つの点で少しづつずれており、七つの独立した分節（Segment）に分けられている（図5－6)。

各分節の境界域は火山列に直角な断層構造によって特徴づけられており、しばしば玄武岩質噴石丘を伴う他、浅い深度の地震や時には歴史的な規模の破壊的大噴火を伴うことがある。このような現象はプレートの縁辺部における分節理論によって説明される。下方衝入地殻は、浅い深度で裂け断層に沿って長さ100から300キロメートルの分節に分けられる。各分節はそれぞれ異なった走向・傾斜をもってマントル中に沈下し、それぞれ独自の地質を持つようになる。

中米では、図5－7に示すように、南西側のココスプレートが、その北東に存在するアメリカ及びカリブプレートと、中米の西縁に沿って存在する中米弧の南縁で接しており、前者が後者の下方に衝入している。ニカラグァ国には、西部ニカラグァ及び東部ニカラグァと呼ばれる二つの分節が認められている。西部ニカラグァ分節は長さ約175キロメートルで、北西から南東にCosiguina、 San Cristobal、 Telica、 Cerro Negro、 Las Pilas、 Momotombo及びApoyequeの七つの火山を、また、東部ニカラグァ分節は、長さ約120キロメートルで、北西から南東にMasaya、 Momotombo、 Concepcion、 Maderaの四火山を擁している。

通常、分節の境界域にある火山は、1835年のConsiguinaや1902年のSta. Mariaのように、巨大噴火を起こすものである。しかし、Masaya火山は、ハワイ型火山のように活発な溶岩湖を伴ったものである。西部ニカラグァ分節の火山中心は多数の噴気孔からなっており、これらは交差あるいは平行の配列を示している。それらの内、北ー南方向の配列が卓越している。

ニカラグァ国における火山中心の容量は小さい。分節中の火山の全容積（立方キロメートル）と分節の長さ（キロメートル）の比は、エルサルバドルの4.3及びコスタリカの5.2に比べ、西部ニカラグァ分節で1.5、東部ニカラグァ分節で1.2である。これは地質時代における火山活動の蓄積が、現火山群発達地域において少なかったためと思われる。これは、後期第三紀火山群の名残が、現在の構造域の北東に認められることで明かである。

ニカラグァにおける活火山の重要な噴火記録を、図5－4及び表5－1に示す。

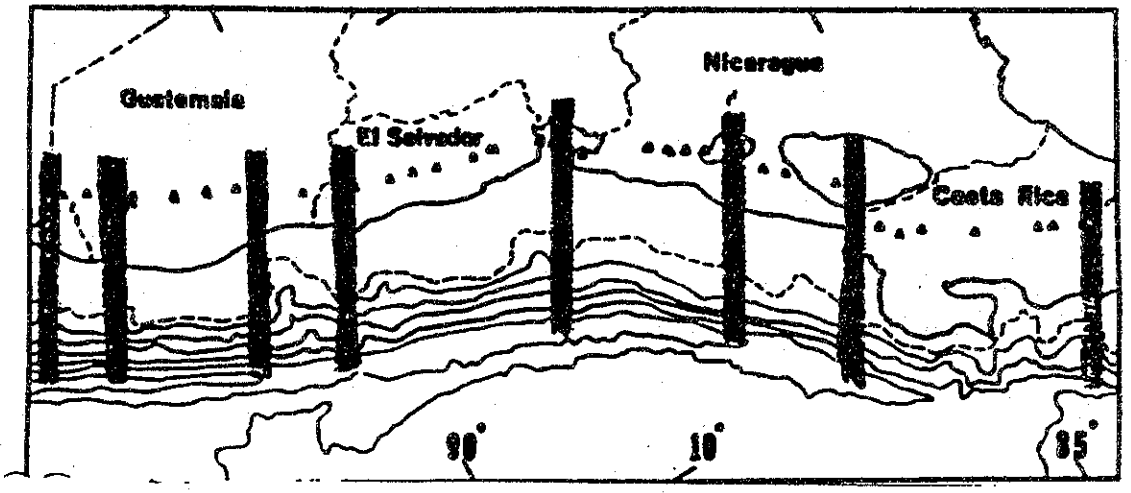
表５－１　活火山噴火記録

Name	Elevation	1st Eruption	Main Eruption	Population Affected
Cosiguina	846.7 m	1835	1835:Krakatoan (×1)	---
San Cristóbal	1,745.0 m	1680	1680-1982:lava (×4) 1971-84:gas (×3)	70,000 (77)
Telica	1,040.0 m	1529	81-82:lava (×2) 87:Es*1 (×1)	100,000 (87)
Cerro Negro	490.0 m	1850	1850-1968:lava (×9) 71&92:big ash	20,000 (71)
Las Pilas	1,072.0 m	1952	52:gas 54:ash	---
Momotombo	1,258.0 m	XVI C	1609-1909:lava (×6) 1976:gas	20,000 (76)
Masaya	623.7 m	1529 ?	1529-1989:lava (×12) 1965-88:gas (big-76)	20,000 (76)
Concepción	1,610.0 m	1883	1883-1957:lava (×6) 1906-88:gas (×5)	500,000 (57)

Note : Es*1-Estromboliano type eruption

人口過密な町は殆どマナグア市の周辺に集まっている。この地域は西部ニカラグァ分節と東部ニカラグァ分節の境界域に相当している。過去を見ると、東部ニカラグァ分節に属する火山が玄武岩質溶岩流主体であるのに比べ、西部ニカラグァ分節に属する火山は、ガスと火山灰主体の噴火を示している。近々では、東部ニカラグァ分節に属する火山は、よりガス噴出タイプに近い兆候を示している。したがって、巨大噴火に対する警戒が必要である。

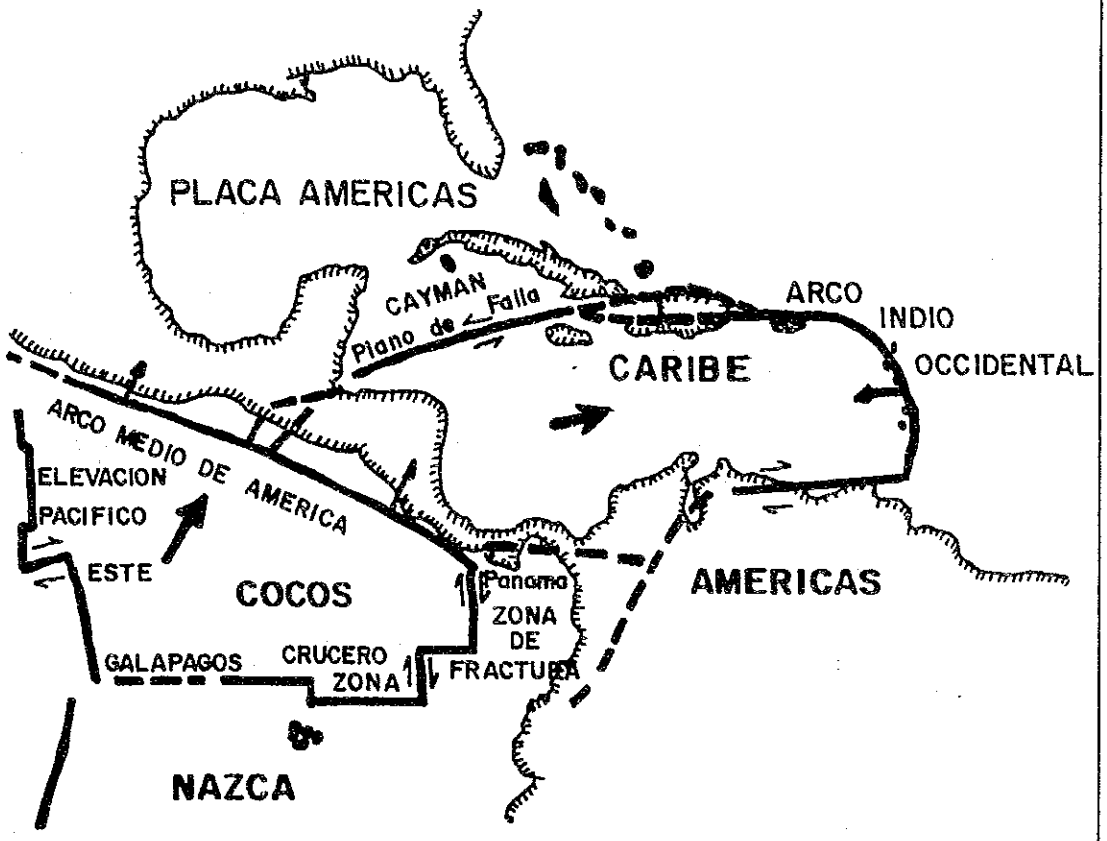
1993年の1月25日、Masaya噴火口の西約800メートルに位置するSantiago火山の噴火口中に直径7メートルの新噴気口ができた。新聞によれば、この噴気口は、火山観覧所の駐車場の下約600メートルにあるマグマに地下水が接触して発生した中規模の蒸気噴出によるものと推定される。噴気口内部の温度が一度約1,200℃に達したことは、発見当夜の火山丘で認められた白熱光によって推測されている。現在、亜硫酸ガスの噴出はすでに下降しており、噴気口内の温度は米国から寄贈された赤外線温度計で赤ーオレンジを示している。火山学者は、現在、国内の他の火山は活発ではないが、まだ農産物に被害を及ぼすような爆発的噴火の可能性を秘めていると警告している。



- LOS TRIANGULOS REPRESENTAN A LOS VOLCANES CON ERUPCIONES HISTORICAS.
- EL CONTORNO A RAYAS CORRESPONDE A UNA SUPERFICIE DE 100. FATHOM.
- EL SIGUIENTE CONTORNO CORRESPONDE A UNA SUPERFICIE DE 500. FATHOM.
- LAS BARRAS PUNTEADAS REPRESENTAN LAS AREAS FRONTERIZAS ENTRE LOS SEGMENTOS VOLCANICOS

ORIGINAL: R.E. STOIBER Y M.J. CARR. (OCTUBRE, 1980)

図5－6　中央アメリカ火山節区分図



— LOS LIMITES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LITOSFERA ESTAN REPRESENTADOS POR LAS LINEAS MARCADAS.

— LOS NOMBRES DE LAS PLACAS APARECEN EN LETRAS GRANDES.

— LAS FLECHAS MARCADAS MUESTRAN LAS DIRECCIONES DE LA ACCION DE ESTAS PLACAS CON RESPECTO A LA PLACA AMERICAS

— LAS FLECHAS PEQUEÑAS MUESTRAN LA DIRECCION DEL MOVIMIENTO RELATIVO DE LAS PLACAS EN LAS FRONTERAS.

図5－7　中央アメリカ岩石圏プレート分布図

5.3　ニカラグァにおける地震・津波

最近、ニカラグァ国で記録された最も破壊的な地震は、1931年と1972年に起こったものである。前述したように、マナグア市は西部及び東部ニカラグァ分節の境界域にあるので、火山列の走りに直角の方向の大きな断層とそれに伴う無数の小さな断層が、町の下を通っている。これらの内、1931年と1972年の地震に関係していると思われる活断層を図5－8に示す。

リヒター震度5.6、地表波震度6.2を記録した1972年12月23日の地震は、マナグアを中心とした約27平方キロメートルの範囲を強烈に襲った。1万1千人が死亡、2万人が負傷した。約75％の人家が破壊され、20万から25万人が家を失った。物損額は5億米ドルを越えた。市の経済と統治の崩壊は全国を過酷な状況に追い込んだ。

図5－8に示すように、270から1150メートル間隔の走向滑動断層が、少なくとも4本、ほぼ平行にマナグア市付近を走っている。また、これらは地震の間主に左横滑り現象を示している。地震後の調査では、これら南北性の断層の一つは、少なくとも、長さ約15キロメートル、深さ約8から10キロメートルに達すると思われる。地上における作図可能な長さは、それぞれ、1.6、5.1、5.9及び2.7キロメートルであった。水平方向の移動はまちまちで、最大移動量で、2～38センチメートルであった。四つの断層の内三つについて少量の南東下方方向の移動が認められた。地表における断層の性質と分布から、地震発生の起源は構造運動と考えられている。

極端な破壊と死傷者は以下の要因によると考えられる。イ）直下型地震のためエネルギーの減衰が少なかった。ロ）木枠、煉瓦、石造り等家屋やビルの構造が地震に弱い構造であった。ハ）構造物、道路、施設等が断層による直接の破壊を受けた。

歴史的な地震の記録や地下の活断層の存在は、マナグア地区が異常に高リスク地区であることを示唆しており、将来の建設査定については、すべての項目について耐震に対する注意と措置がとられるべきである。David J. Leeds （1974）の、1520～1973年間における”ニカラグァ地震目録”によれば、マナグア地区以外における歴史的大規模地震は、前首都レオンを崩壊させた1609、1663及び1885年の地震であった。その他特筆すべきことは、イ）国内で記録された最大震度は7.7。ロ）地震の総件数は457件（火山起源のもの70ケースを含む）で、その内6.0以上の震度のものが多数ある。1520～1973年間の震央分布図を図5－9に示す。

1992年9月2日、巨大な地震津波がニカラグァ国の太平洋岸を襲った。地上における震度は2～3と比較的弱い地震にも拘わらず、太平洋岸約200キロメートルにわたって、平均最大波高6～7メートル（平均海水面上）の津波を発生した（図5－10)。津波は海岸を2～3回襲い、行方不明を含めて約100名の生命を奪った。津波の起源は海底断層で、中米海溝の中で、上位のカリブプレート下に下位のココプレートが沈み込む接触面に生

じた一種の衝上断層と推定される。断層の規模は、海面下約2000メートルで、長さ約200キロメートル、幅（深さ方向）約100キロメートルと推定される。断層面上における震度は約7.2と予測されるが、津波の規模が地震の震度に比べ大きいことから、ある種の弾性的跳ね返りが断層面で起こった可能性があると考えられている（図5－11）。

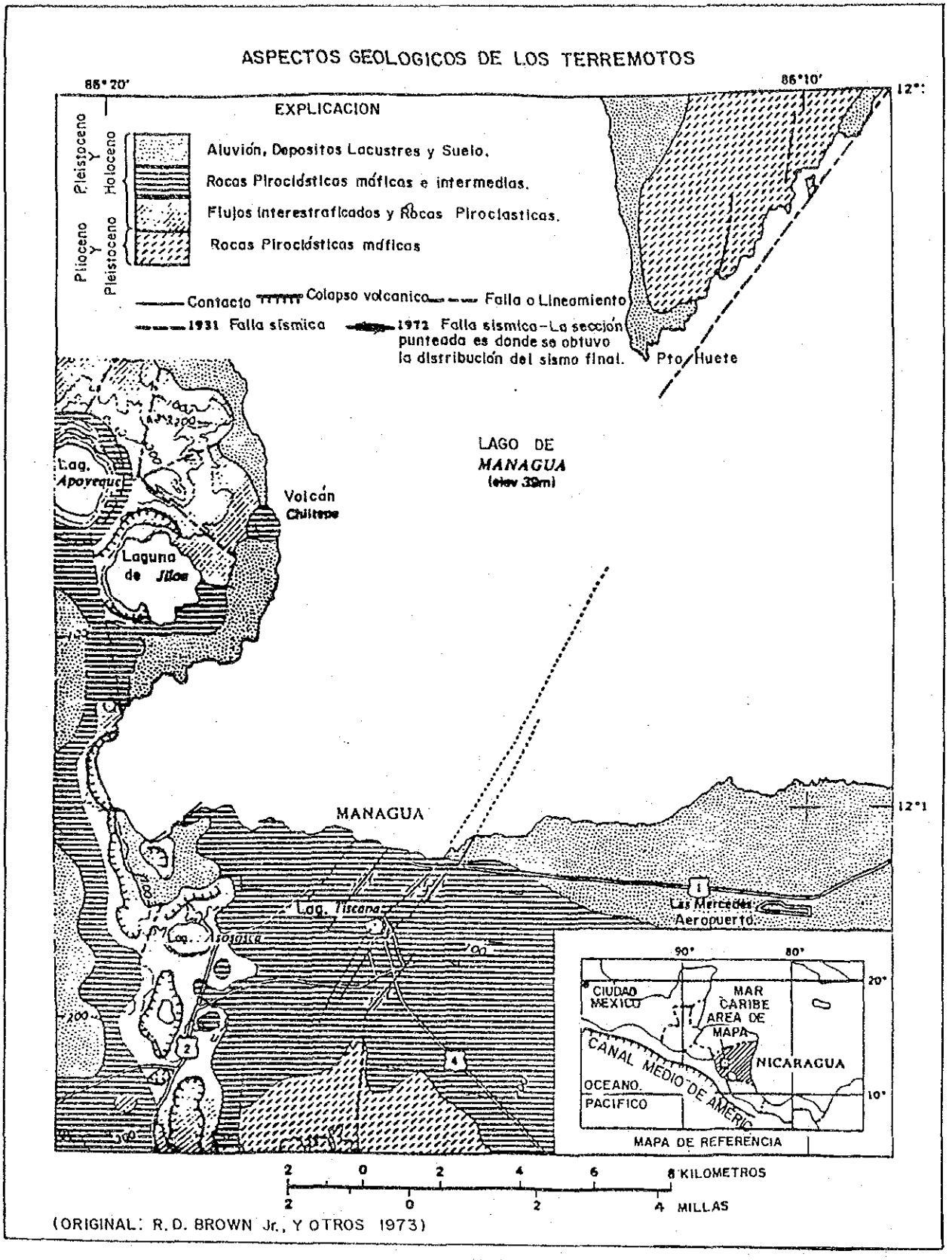


図5－8　マナグア地区の地質略図（1931、1972年地震関連断層位置表示）

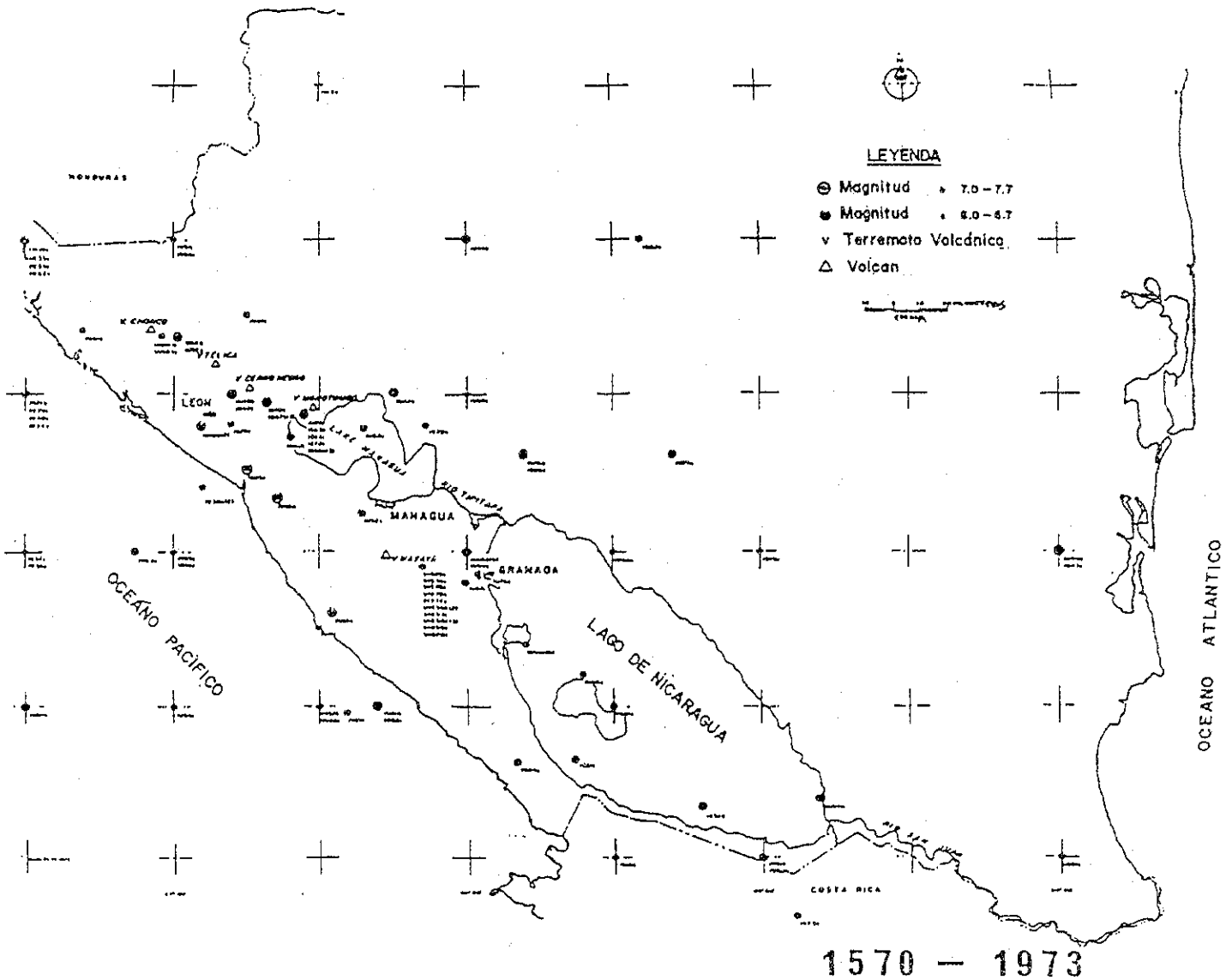
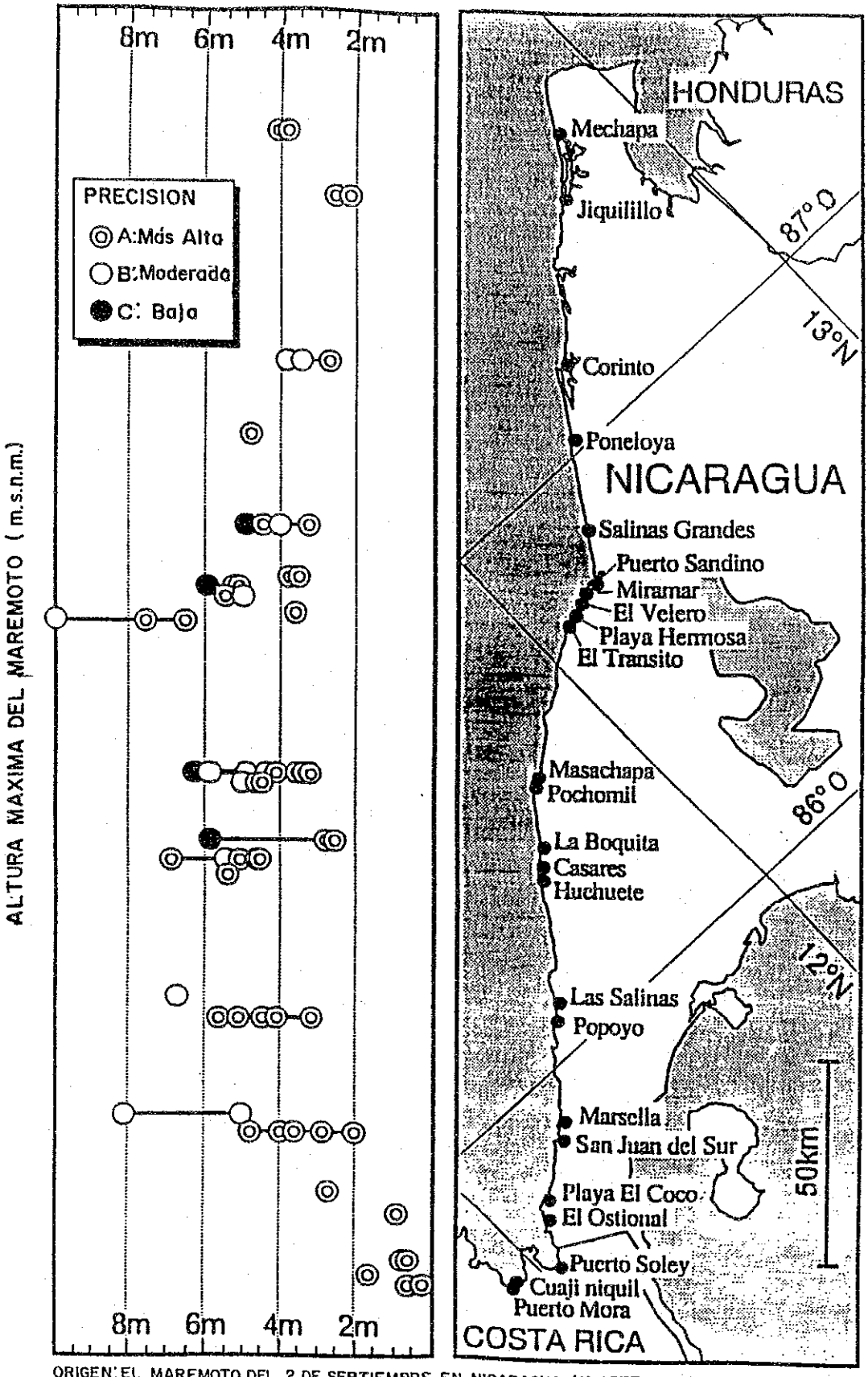
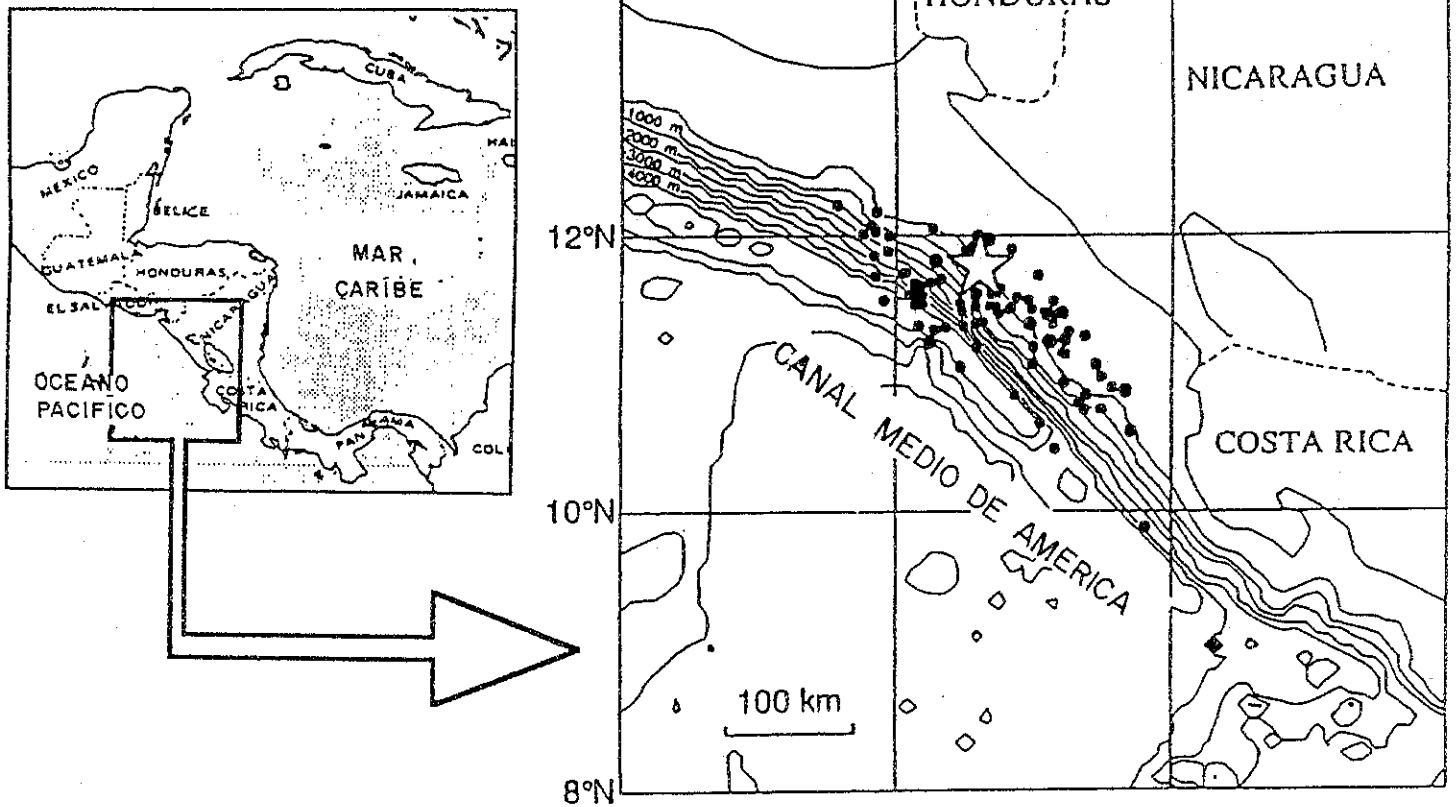


図5－9　ニカラグァ国震央図



ORIGEN: EL MAREMOTO DEL 2 DE SEPTIEMBRE EN NICARAGUA (K. ABET Y OTROS 1993)

図5－10　ニカラグァ国1992年津波最高波高記録図



☆ APARENTE EPICENTRO DEL MAREMOTO

● EPICENTRO OCURRIDO EN LA COSTA DE NICARAGUA

図5－11　ニカラグァ沖震央分布図

5.4 地辷り

今回、ニカラグァにおける地辷り類には、いわゆる地辷り、急傾斜辷り、岩屑流、火砕岩屑流にクリープが含まれている。ニカラグァ国土自然研究所（INETER）は、国内の地辷り類の分布を図5－12のように纏めている。災害としては、1993年、Mirrito町の北東で起こった岩屑流で、一人の少年の死亡が記録されているのみである。

第四紀の活動及び休止火山は、一般に、低地から急に高度を増す独立火山地形を示しているので、それらの斜面では、火砕岩屑流を起こしやすい。また、もし火山が活動を起こし、大量の火山灰や凝灰質角礫を噴出することになれば、緩傾斜の山腹においても、火山灰と火山角礫の混ざった、いわゆる、火山泥流を起こすこともありうる。さらに、第三紀の古い火山堆積層発達区域では、地形が急峻であり、大断層が通過するところや、極端な変質鉱化帯において、地辷りあるいはクリープが起こりやすいと思われる。

現存の主要道路に影響を及ぼしている地辷り類は少ない。しかし、地形が急なところに作られた道路は急カーブや切り土箇所が多く、切り土のり面におけるクリープや落石は頻繁に見られる。

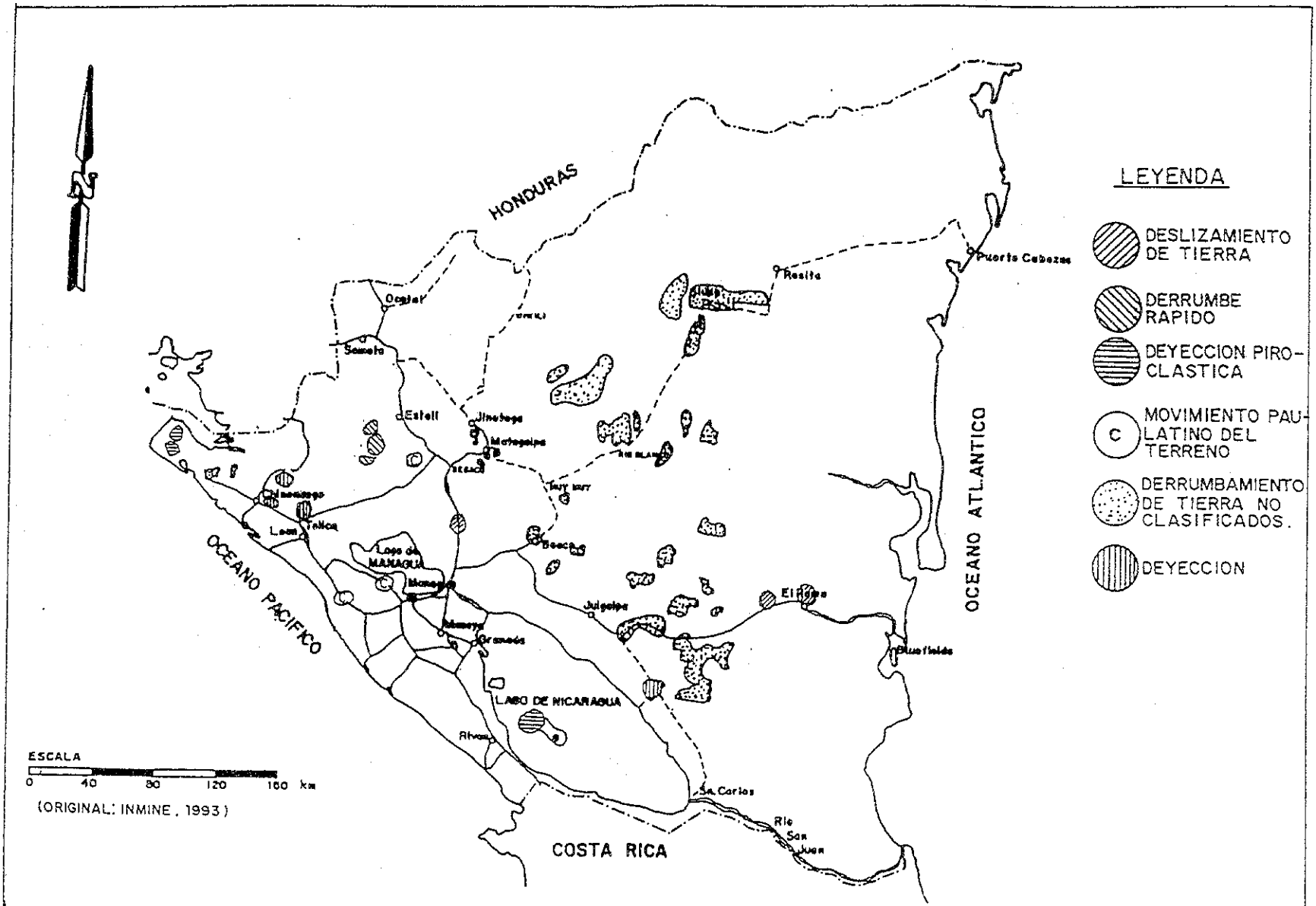


図5－12　ニカラグァ国地上り分布図

5.5 軟弱地盤

軟弱地盤は、一般に大きな断層が存在したり、あるいは変質による粘土鉱物化の進んだ箇所等に起こりやすい。このケースは第四紀層以前の地質地域に起こりやすい。一方、第四紀の地域は沖積層に覆われているのでこの現象を直接見ることは難しい。

その他の原因による軟弱地盤のケースが、Nandaimeの北約3.5～7キロメートル区間の道路脇の河岸に認められる。ここでは、軟かな凝灰岩や軽石粒を含む火山砂層等の軟弱火砕物質からなる軟弱な地層に対し、増水時における河川の流れによる急速な浸食が起こっている。これらの地層は、河川流により容易に浸食されるばかりでなく、高い透水率を持っているため、地下水の浸透も起こしやすい。この場合には、道路脇の護岸擁壁の基礎について特別の配慮が必要とされるであろう。

第6章　気象・水文調査

第6章　気象・水文調査

6.1　気象調査

6.1.1　気象データの収集

ニカラグァ国の気象状況は主としてINETER及び12ヶ所の測候所より収集した。（図6－1に各測候所の位置を示す）本節では、これら収集資料をもとにニカラグァ国の気象状況について記述している。

6.1.2　降雨

表6－1にあるように年間降雨パターンから1年のうち雨期と乾期が明瞭に　分かれており、雨期は5月から10月の間、乾期は11月から4月の間となっている。図6－2は年間降雨量を等雨量線図で表したものである。また、降雨特性の観点からは大きく2つの地域に分けることができる。

表6－1　地域別月間及び年間降雨量

(Unit : mm)

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
45017	Ocotal	3	3	11	30	160	168	70	97	176	109	24	7	857
45031	Estelí	4	4	16	25	209	156	56	96	189	128	31	5	918
47002	Puerto Cabezas	127	83	53	66	187	395	414	424	312	381	279	213	2,933
53003	Siuna	58	42	42	38	138	337	309	284	264	239	130	86	1,966
55027	Muy Muy	37	20	16	33	126	270	265	226	203	192	92	59	1,541
61002	El Recreo	122	69	45	67	175	448	546	490	323	357	217	193	3,053
64018	Chinandega	1	1	5	14	224	325	203	280	385	337	59	6	1,839
64043	León	3	0	5	15	215	214	115	171	387	267	63	4	1,462
69027	Managua*	4	3	5	7	152	182	139	151	206	187	51	9	1,097
69033	Nandaime	5	1	3	19	236	238	126	165	270	284	61	15	1,423
69034	Juigalpa	7	2	3	10	150	207	124	155	226	208	102	13	1,208
69070	Rivas	7	4	2	12	179	229	161	184	270	241	95	31	1,414

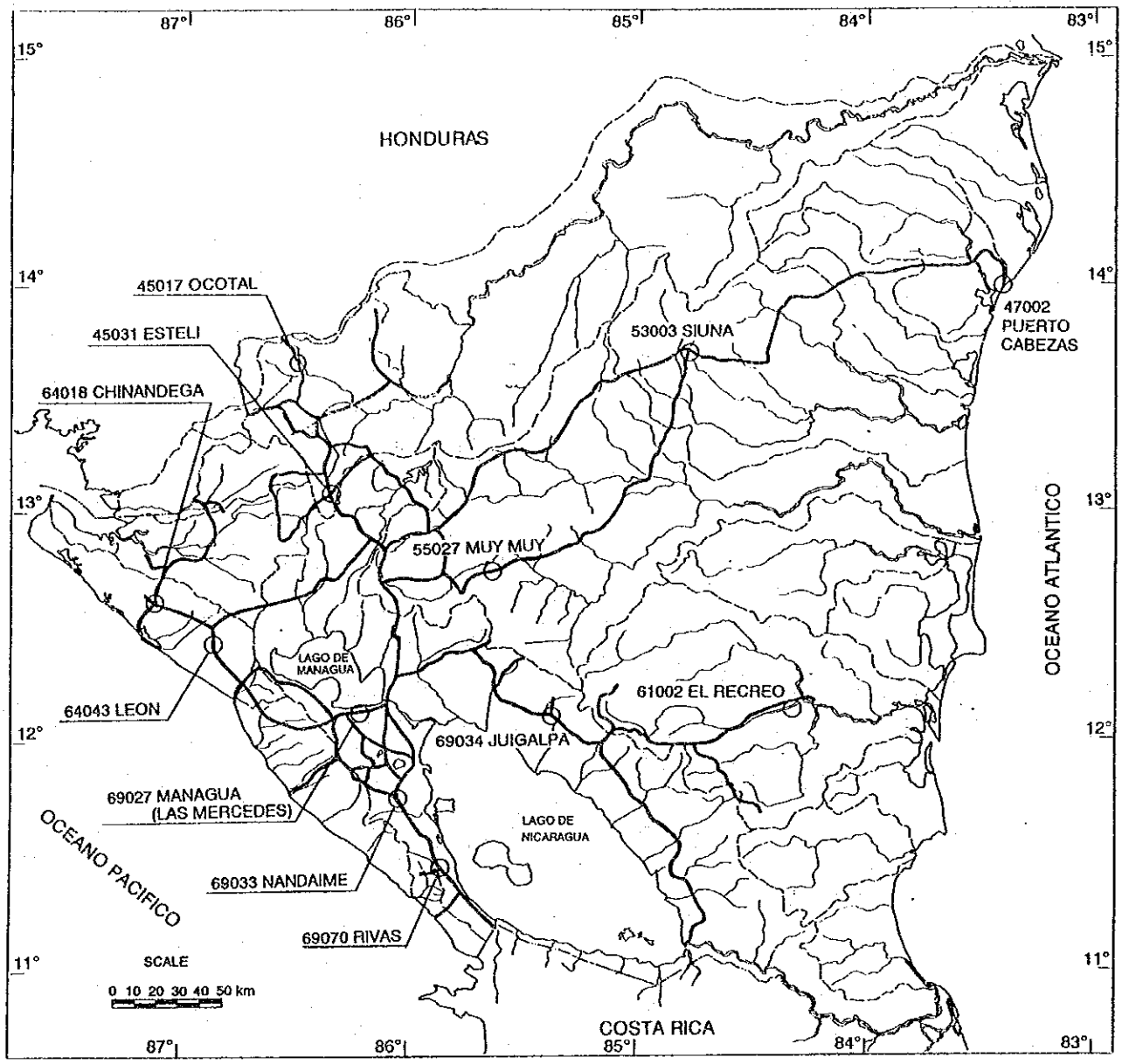
Note　: * Las Mercedes (Aeropuerto C. Sandino)
Source　: INETER (average for 1974-1988)

降雨の季節変動（雨期／乾期）は非常に大きく、雨期の間の降雨量は年間降雨量の90％に達する。

年間降雨量が2,000mmを超す大西洋岸地域においても、降雨の季節変動パターンは他の地域と類似している。大西洋岸地域のうち、南東地区はニカラグァ国の中で最も降雨量の多い地区であり、年間雨量が4,000mmから6,000mmにも達する。

6.1.3　気温

図6－3に年間平均気温を示している。年間平均気温は中部地域において20℃から25℃、太平洋地域において25℃から28℃、大西洋地域において25℃から26℃となっている。表6－2に示すように、月平均気温の季節変動は年間を通じて4℃程度でさほど大きくない。乾期の終わり（3月 ～4月）に年間最高気温となり、乾期の始め（12月～1月）に年間最低気温となる。最高気温としてはチナンデガで42℃、最低気温としてはエステリで5℃が記録されている。

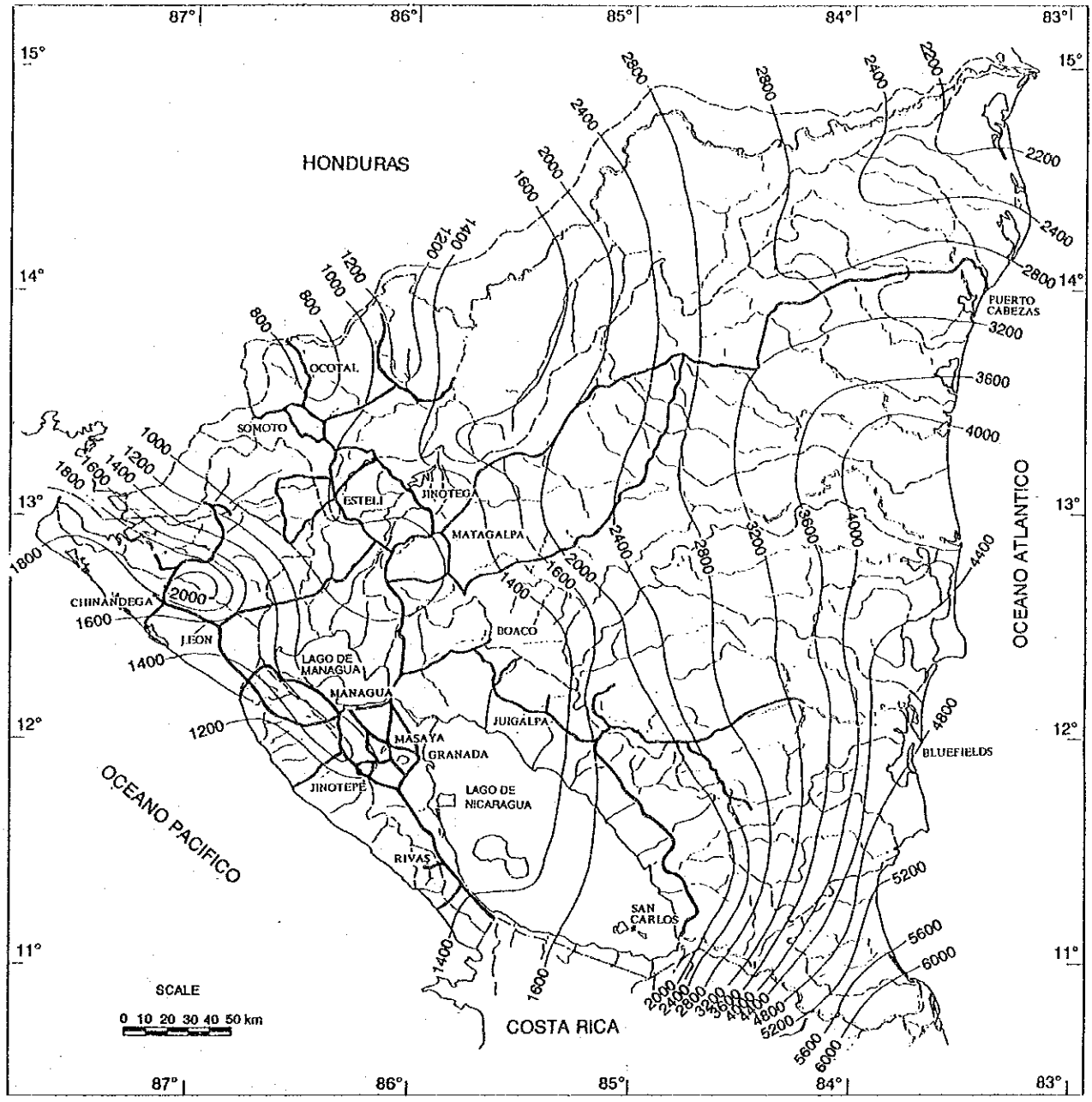


SOURCE : RED METEOROLOGIA DE NICARAGUA, INETER

LEGEND

- OBJECTIVE ROAD NETWORK
- INTERNATIONAL BOUNDARY
- BASIN BOUNDARY
- RIVER
- METEOROLOGICAL STATION

図６－１　測候所位置図



SOURCE : PRECIPITACION TOTAL ANUAL, PERIOD 1971-1985
INETER, 1992

LEGEND

- OBJECTIVE ROAD NETWORK
- INTERNATIONAL BOUNDARY
- BASIN BOUNDARY
- RIVER
- —2000— ISOHYETAL LINE (mm)

図６－２　等雨量線図―年間降雨量

表６－２　地域別月平均気温および年平均気温

(Unit : ℃)

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
45017	Ocotal	22.4	23.3	25.0	26.0	26.5	25.0	24.3	24.7	24.7	24.1	23.4	22.8	24.3
45031	Estelí	20.8	21.7	22.9	24.0	24.4	23.3	22.6	23.2	23.2	22.6	21.9	21.2	22.6
47002	Puerto Cabezas	24.5	25.1	26.1	26.8	27.7	26.0	26.9	26.8	26.8	25.9	25.5	25.2	26.1
55027	Muy Muy	23.2	24.0	25.4	26.4	27.1	25.5	24.7	25.1	25.3	25.0	24.5	23.6	25.0
61002	El Recreo	24.2	24.6	25.6	26.6	27.3	26.4	25.7	26.1	26.4	26.1	25.7	25.0	25.8
64018	Chinandega	26.2	27.1	28.0	28.6	27.9	26.6	26.9	26.9	26.0	26.0	25.9	26.1	26.9
64043	León	26.9	27.9	28.7	29.4	28.1	27.0	27.2	27.0	26.1	25.8	26.0	26.4	27.2
69027	Managua	25.6	26.6	27.7	28.8	28.6	26.8	26.3	26.4	26.2	26.1	26.0	25.6	26.7
69033	Nandaime	26.0	26.7	27.7	28.5	28.2	26.7	26.5	26.6	26.1	24.0	25.9	26.1	26.6
69034	Juigalpa	25.4	26.0	27.2	28.0	28.1	26.6	26.1	26.4	25.9	25.8	25.9	25.7	26.4
69070	Rivas	25.4	26.0	26.9	27.7	27.7	26.7	26.4	26.5	26.1	26.1	26.0	25.6	26.4

Source : INETER (average for 1974-1988)

6.1.4　相対湿度

表６－３に地域別平均相対湿度を示す。乾期、雨期間の月平均相対湿度の変動は太平洋岸地域及び中部地域で15％から20％である。他方、大西洋岸地域では季節変動が少なく80％から90％の高湿度で推移する。

表６－３　地域別月及び年間平均相対湿度

(Unit : %)

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
45017	Ocotal	65	61	55	54	62	73	74	73	77	75	71	68	67
45031	Estelí	68	63	59	57	67	75	73	73	80	80	75	71	70
47002	Puerto Cabezas	85	82	80	80	83	86	86	87	88	88	87	86	85
55027	Muy Muy	78	75	70	68	71	84	87	86	87	85	82	81	80
61002	El Recreo	86	83	80	78	81	89	90	90	89	90	89	89	86
64018	Chinandega	70	66	65	68	79	84	79	81	87	84	82	76	77
64043	León	69	66	69	70	79	84	80	82	88	89	83	75	78
69027	Managua	70	66	64	62	72	80	81	82	84	83	79	74	75
69033	Nandaime	68	65	62	62	70	80	79	80	81	82	77	73	73
69034	Juigalpa	74	70	69	69	74	81	82	81	83	81	77	74	76
69070	Rivas	77	75	72	71	77	83	82	83	84	84	81	80	79

Source : INETER (average for 1974-1988)

6.1.5　蒸発量

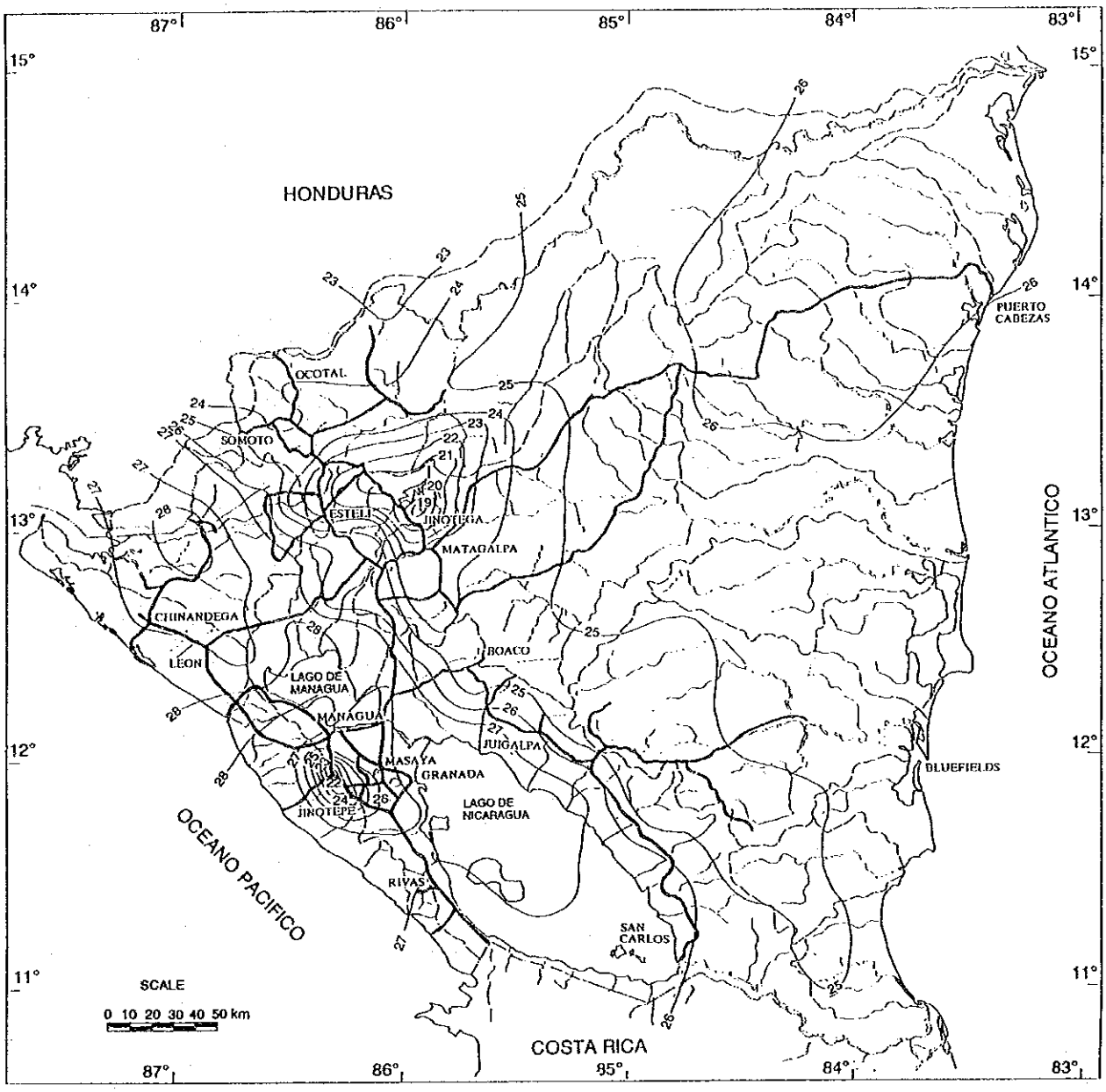
表６－４に月間及び年間蒸発量を示す。中部地域及び太平洋岸地域では年間蒸発量が年間降雨量を上回っている。地域別で見ると、オコタル、マナグァ及びナンダイメで高い値を示している。

表６－４　地域別月間及び年間蒸発量

(Unit : mm)

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
45017	Ocotal	200	216	275	274	234	176	182	196	170	157	154	173	2,407
45031	Estelí	188	198	239	233	197	140	153	159	139	135	138	156	2,075
64018	Chinandega	182	195	218	215	158	132	149	137	124	128	127	157	1,922
64043	León	224	250	280	260	175	129	169	167	109	113	134	184	2,195
69027	Managua	216	232	291	286	241	168	166	170	154	157	156	179	2,416
69033	Nandaime	228	262	311	316	246	163	170	173	158	162	161	195	2,546
69034	Juigalpa	222	205	257	260	215	132	154	153	143	149	174	178	2,241
69070	Rivas	190	197	251	256	207	145	142	143	131	139	133	161	2,094

Source : INETER (average for 1974-1988)



SOURCE: ISOTERMAS MEDIAS ANUALES (°C), PERIOD 1972-1981
INETER, 1992

LEGEND

- OBJECTIVE ROAD NETWORK
- INTERNATIONAL BOUNDARY
- BASIN BOUNDARY
- RIVER
- 25 ISOTHERMAL LINE (°C)

図6－3　年間平均気温

6.1.6 日照時間

表6－5に示すように、年間日照時間は地域により2,000時間から2,700時　間の範囲にある。オコタル、チナンデガ及びマナグァで2,500時間を超す高い値を示しており、プエルト・カベサス、ムイムイで2,200時間を下回る低い値を示している。乾期と雨期の間の差異は100から130時間となっている。

表6－5　地域別月間及び年間日照時間

(Unit : hour)

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
45017	Ocotal	240	230	263	243	228	193	204	226	198	203	213	228	2,669
47002	Puerto Cabezas	194	193	235	227	206	123	132	153	149	156	156	173	2,099
55027	Muy Muy	199	198	236	220	200	134	131	154	165	187	191	184	2,199
64018	Chinandega	265	248	259	215	177	164	202	196	173	201	219	253	2,573
69027	Managua	253	253	281	259	220	164	180	197	186	207	224	242	2,666
69034	Juigalpa	232	225	253	226	194	122	131	146	157	183	190	207	2,268
69070	Rivas	245	239	252	237	202	143	156	163	156	180	198	220	2,392

Source : INETER (average for 1974-1988)

6.1.7 風速

平均風速の季節変動を見ると、乾期において高い値を示している（表6－6参照)。風向については、年間を通じ東／北東ないし東／南東が優勢である。

表6－6　地域別月平均風速及び年平均風速

(Unit : m³/sec)

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
45017	Ocotal	3.1	3.3	3.4	3.3	2.5	2.3	2.7	2.6	2.0	1.8	2.1	2.7	2.6
45031	Estelí	1.4	1.4	1.3	1.2	0.8	0.7	1.0	0.9	0.6	0.6	0.8	1.2	1.0
47002	Puerto Cabezas	4.7	4.7	5.1	5.2	5.0	5.5	5.7	5.1	4.1	4.1	4.6	5.0	4.9
55027	Muy Muy	2.5	2.7	2.9	2.9	2.3	1.8	1.9	1.7	1.4	1.5	1.7	2.1	2.1
61002	El Recreo	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
64018	Chinandega	2.0	2.1	2.1	2.0	1.7	1.3	1.4	1.4	1.2	1.3	1.2	1.6	1.6
69027	Managua	2.5	2.8	3.0	2.8	2.1	1.5	1.7	1.4	1.2	0.9	1.2	1.9	1.9
69034	Juigalpa	4.2	3.8	3.6	3.4	2.4	2.5	2.9	2.6	2.0	2.2	2.9	3.7	3.0
69070	Rivas	5.1	4.9	4.4	4.2	2.9	2.8	3.5	3.1	2.2	2.4	3.2	4.7	3.6

Source : INETER (average for 1974-1988)

6.2 水文調査

6.2.1 河川水系

ニカラグァ国は大きく2つの水系に分けられる。すなわち、流域面積12,072k㎡の太平洋側水系、流域面積116,882k㎡の大西洋側水系である。大西洋側水系にあるサン・ファン川流域にはマナグア湖及びニカラグァ湖の2大湖が含まれる。これら2つの水系には21の河川がある（表6－7及び図6－4参照)。

表6－7　河川水系の概要

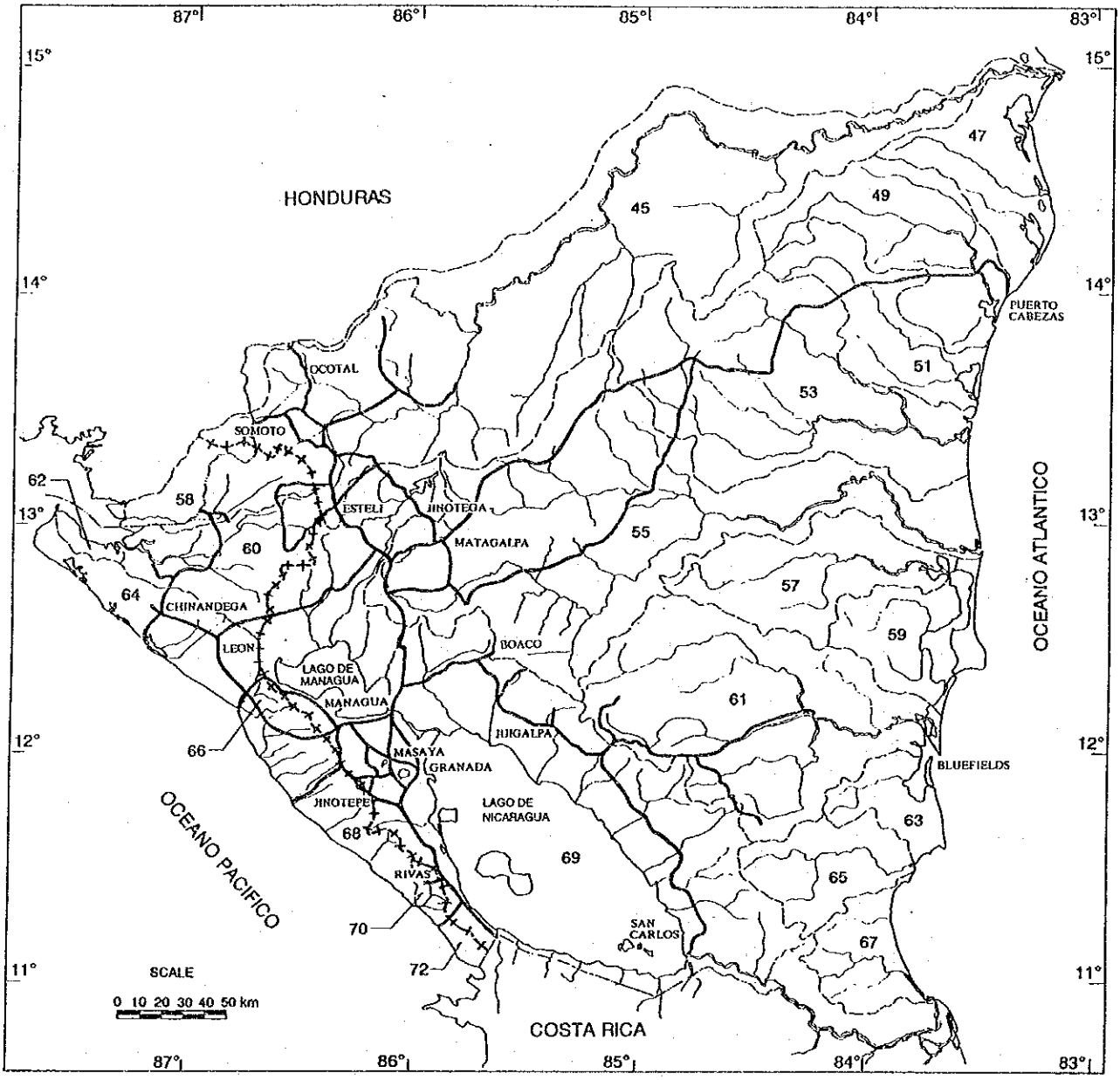
Pacific Watershed		Atlantic Watershed	
River System	Area (km²)	River System	Area (km²)
58 Negro	2,353 (3,278)	45 Coco	19,969 (24,476)
60 Estero Real	3,610	47 Coco/Wawa	3,993
62 Estero Real/Cosiguina	429	49 Wawa	5,455
64 Cosiguina/Tamarindo	2,969	51 Kukalaya	3,730
66 Tamarindo	307	53 Prinzapolka	11,136
68 Tamarindo/Brito	2,730	55 Matagalpa	17,365
70 Brito	274	57 Kurinwas	4,861
72 Brito/Sapoa	325	59 Kurinwas/Escondido	2,239
		61 Escondido	11,650
		63 Escondido/Punta Gorda	1,593
		65 Punta Gorda	2,867
		67 Punta Gorda/San Juan	2,199
		69 San Juan	29,824 (42,213)

Note : ( ) indicates total drainage area including land outside of Nicaragua.
Source : INETER

太平洋側水系には8つの河川があり、エステロ・レアル川を除き大半の河川の流域は比較的小さく、かつまた延長は20km以下である。特徴としては、河川流が不連続で河床幅が狭いこと、乾期と雨期の降雨量が大きく異なることがあげられる。

大西洋側水系は比較的大きい流域面積をもつ13の河川からなり、中部地域の高地にある水源から南東方向に流れている。

サン・ファン川流域はニカラグァ地溝帯に沿って広がっており、マナグア湖（1,040k㎡）及びニカラグァ湖（8,200k㎡）の2大湖がある。マナグア湖及びニカラグァ湖の年間平均水位はそれぞれ38.20m、31.21mであり、通常両湖は分離しているが、マナグア湖の水位が40.75mに達すると両湖はティピィタパ川でつながる。



SOURCE : Fenzel, Norbert
NICARAGUA : GEOGRAFIA, CLIMA, GEOLOGIA Y HIDROGEOLOGIA
BELEM, UFPA/INETER/INAN, 1988

LEGEND

———	OBJECTIVE ROAD NETWORK	———	BASIN BOUNDARY
—··—	INTERNATIONAL BOUNDARY	⌇	RIVER
++++	BOUNDARY OF PACIFIC AND ATLANTIC WATERSHED	45	BASIN NUMBER

図６－４　河川水系の概要

6.2.2 洪水冠水区域

ニカラグァ国においては、雨期の豪雨によってしばしば洪水が起こる。加えて、しばしば台風に見舞われ深刻なダメージを被る。最も深刻なケースとしては1988年10月のJoan台風による災害があげられる。

INETERでは洪水による潜在災害区域を見いだす努力を続けている。図6－5にはINETERで調査された過去の洪水冠水区域を示している。

過去の冠水区域は大西洋岸の北東部に集中している。これらの区域は低地にあり河床勾配が非常に小さいことから頻繁に洪水を引き起こすと考えられる。しかしながら、この区域は開発が進んでいないこと、人口密度が低いことから、洪水災害はさほど大きなものとなっていない。

6.3 現況道路網における洪水災害

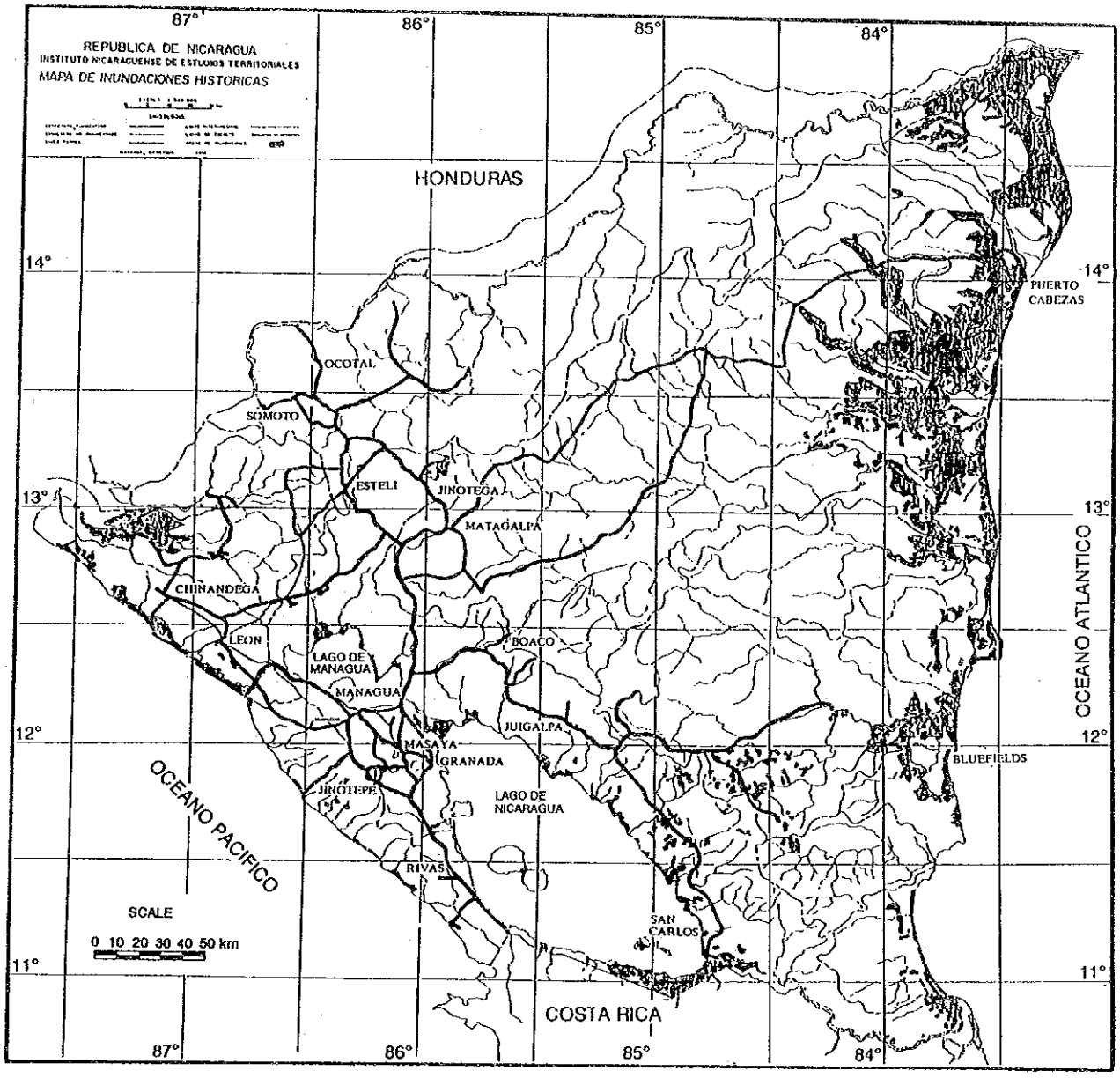
過去の洪水による道路災害記録は非常に限られているが、過去最大の災害となった1988年10月のJoan台風によるものは記録として整備されている。その概要は表6－8に示されている。

表6－8 Joan台風による道路災害記録

Region	Damaged Section	Bridge			Drainage		Damage to Road Surface	
		Destroyed		Partially Damaged	Destroyed	Partially Damaged	Slope Collation	Road Bank Erosion
	(km)	(nos.)	(m)	(nos.)	(nos.)	(nos.)	(m^3)	(nos.)
I	-	-	-	-	1	-	-	1
II	-	-	-	-	-	-	-	-
III	30.0	1	50	3	-	3	8,000	-
IV	18.7	-	-	5	-	3	5,000	12
V	278.2	15	208	9	12	19	8,000	2
VI	320.0	13	508	14	1	3	52,700	12
Z.E.III	15.0	2	65	-	-	-	-	-
TOTAL	661.9	31	881	31	14	28	73,700	27

Source : MCT

道路区間別の詳細記録は付録6－1に示す。災害区間延長はニカラグァ国道路網全体の4.6％に及び損害額は1億8千3百万USドルと算定された。



SOURCE : MAPA DE INUNDACIONES HISTORICAS, INETER, 1991

LEGEND

- OBJECTIVE ROAD NETWORK
- INTERNATIONAL BOUNDARY
- BASIN BOUNDARY
- RIVER
- HISTORICAL FLOOD INUNDATION AREA

図6－5　洪水冠水区域

第７章　初期環境調査

第７章　初期環境調査

7.1　はじめに

本章の主目的は自然、生活及び社会環境を保全することと次の段階であるフィージビリティ調査での環境影響評価の必要性について検討することである。

環境関連の法制度はニカラグァ国ではまだ確立されていないが、環境研究機関、国立公園及び自然保護区域の設置を、含む法律が制定されている。環境法については、最近政府内で討議が始まっており、早期の環境アセスメントの制度化が望まれるている。

7.2　初期環境調査の概要

7.2.1　環境調査の流れ

プロジェクトサイクルにおける初期環境調査及び環境影響評価の環境配慮のプロセスを図7－1に示す。マスタープランの段階で実施される初期影境調査はプロジェクトの全体から検討され、さらに必要性があればフィージビリティ調査において環境影響評価に引き継がれる。

初期環境調査の流れを図7－2に示す。

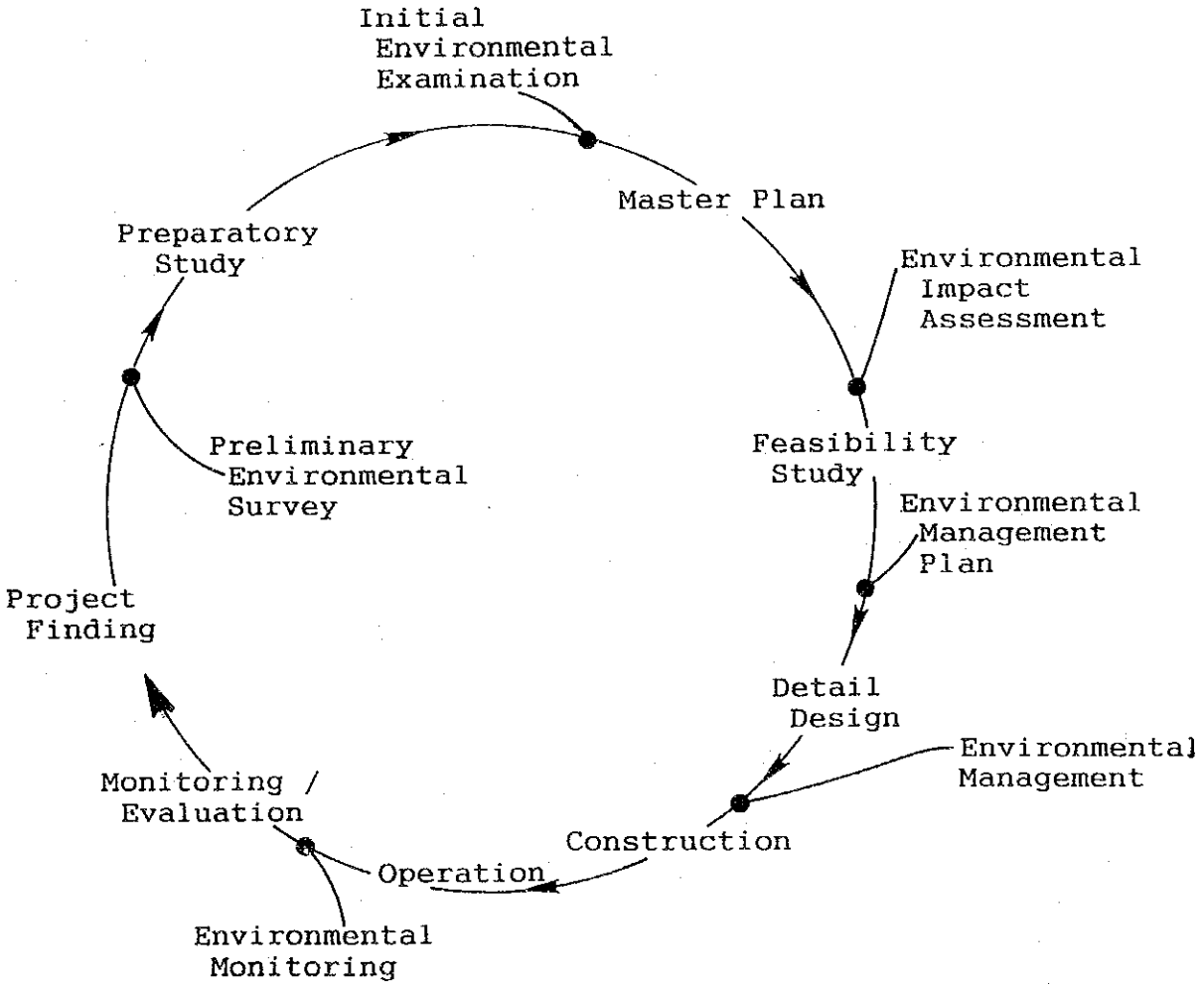


図7－1　プロジェクトサイクルの環境考慮の流れ

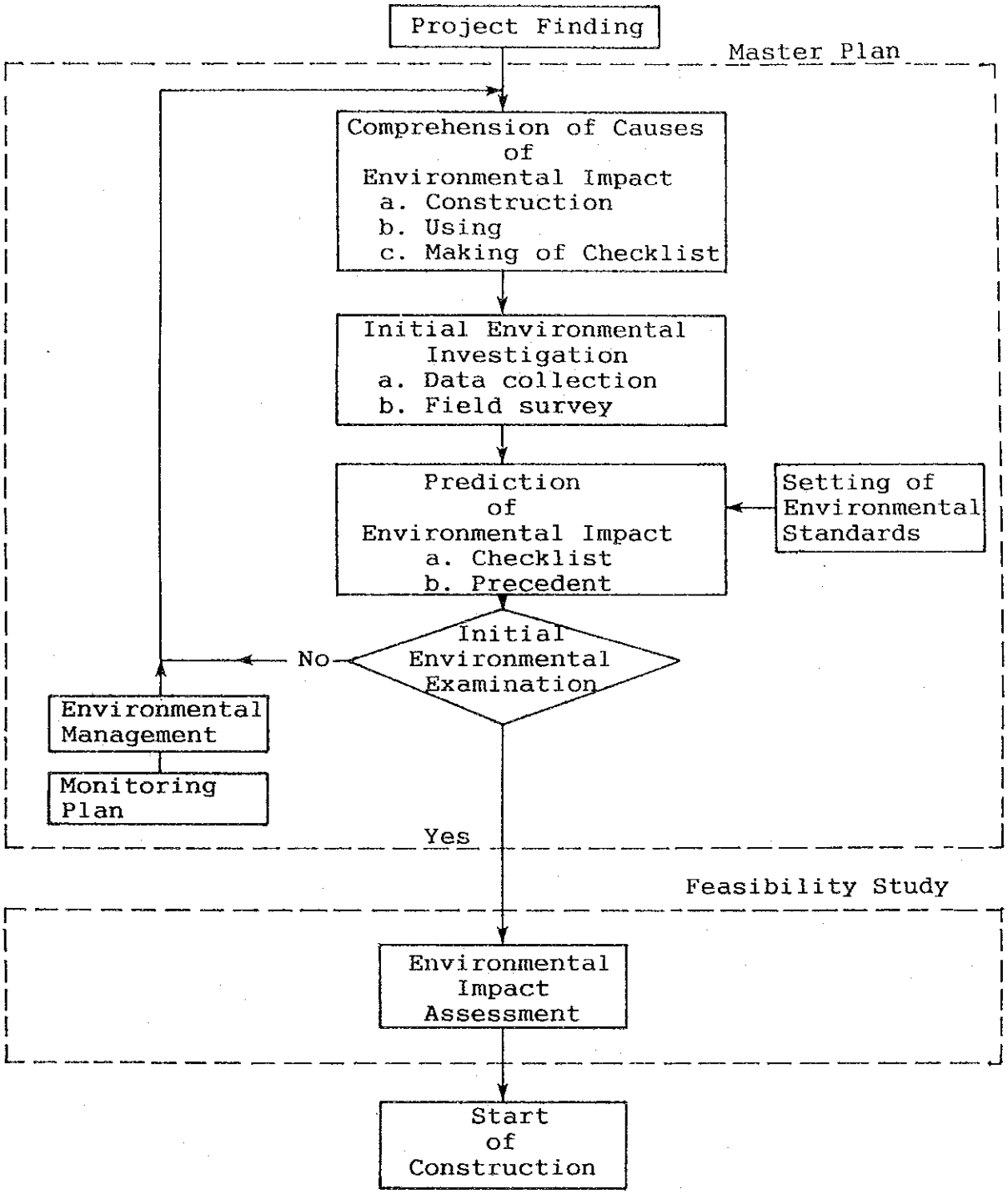


図7－2　　初期環境調査の流れ

7.2.2 環境項目の設定

(1) 環境要素

プロジェクトの内容に基づいて、環境要因は主に道路建設及び道路施設の供用にあると考えられる。

道路の建設工事及び供用時の環境要素は、以下の要素に区分される。

ー道路建設

1) 樹木伐開
2) 切土、盛土
3) 重機及びダンプトラックの使用
4) 基礎工
5) 水制御
6) 地下水の処理
7) 残土捨場
8) 採石場
9) 土取場
10) 舗装
11) アスファルトプラント
12) バッチャープラント
13) 廃棄物
14) 交通安全
15) 労働者施設

ー道路の供用

16) 道路施設
17) 交通
18) 交通安全
19) 利用者、物資の運搬

(2) 環境項目の設定

環境項目の選定は環境項目と環境要素の関係を総括している表7－1に示すとおりマトリックス法で行った。その結果、以下の環境項目が選定された。

1) 大気質
2) 水質
3) 騒音・振動
4) 地象（地形,地質）
5) 土壌

6) 水象（河川,湖,水路等）

7) 動・植物

8) 景観

9) 交通

10) 社会状況

7.2.3 現況

(1) 動・植物

ニカラグァ国の植生は、図7－3に示すとおり主に植生区Ⅰ（太平洋地区),植生区Ⅱ(北・中央地区)、植生区Ⅲ（中央地区）及び植生区Ⅳ（大西洋地区）の4つに区分されている。

a) 植生区Ⅰ（太平洋地区；全土の21％）

本植生区は一般に高温、乾燥及び半湿潤域の落葉樹林からなり、高地の低温・湿潤域の常緑樹林を伴う。

b) 植生区Ⅱ（北・中央山岳地区；16％）

本植生区は乾燥、高温及び低温域の落葉樹林からなり、高地の低温・湿潤域の松林を伴う。

c) 植生区Ⅲ（中央東半地区；17％）

本植生区は主に中温、湿潤域の常緑樹林からなり、高地の低温・湿潤域の常緑樹林を伴う。

d) 植生区Ⅳ（大西洋地区；46％）

本植生区は中温,湿潤域の落葉樹林からなり、低温・湿潤域の松林を伴う。

現在、ニカラグァ国の森林は430万ヘクタールを有し、国土の約33％を占める。また、年間約10万ヘクタールの森林伐採が進行していると推定されている。図7－4に1940年及び1992年の森林植生の相違を示す。もし、森林保存の方策が早急に実施されなければ、現存雨林のほとんどは次の10～15年以内に失われるだろうと言われている。

森林伐採は動・植物の貴重種の消滅、砂漠化、降雨、土壌浸食等の自然環境ばかりでなく、農用地土壌の浸食、洪水、砂漠化等の生活環境にまで深刻な影響を与えている。

ニカラグァ国森林行動計画（PAF－NIC）は、持続可能な開発及び森林保全を運営するために設立された。PAF－NICにより以下の5つのプログラムが提案されている。

1) 土地利用に関連する林業活動

2) 自然林及び産業開発の運営

3) 薪炭材及び燃料

4) 森林生態系及び生物多様性の保全

5) 研究機関の増強

表７－１　環境項目の選定

Environmental Factors	Stage of Construction															Use of Road				Selection
Environmental Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	of Item
I. Living environment																				
1) Air quality	-	@	@	-	-	-	@	@	@	@	@	@	-	-	@	@	@	-	-	Selected
2) Water quality	-	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	-	@	@	@	-	-	ditto
3) Soil contamination	-	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	-	@	@	@	-	-	ditto
4) Noise and vibration	@	@	@	@	-	-	@	@	@	@	@	@	-	-	@	@	@	-	@	ditto
5) Land subsidence	-	@	@	@	-	@	@	-	-	-	-	-	-	-	@	@	@	-	-	ditto
6) Odor	@	@	@	-	@	@	@	@	@	@	@	@	@	-	@	@	@	-	@	ditto
II. Natural environment																				
7) Land	@	@	-	@	-	@	@	@	@	-	-	-	@	-	-	@	-	-	-	ditto
8) Soil erosion	@	@	-	-	-	-	@	-	@	-	-	-	-	-	-	@	-	-	-	ditto
9) Water	@	@	-	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	-	@	-	-	-	ditto
10) Underground water	@	@	-	@	@	-	@	@	@	@	-	-	@	-	@	@	@	-	-	ditto
11) Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12) Sea and sea shore	@	@	-	-	@	@	-	-	@	-	-	-	-	-	-	@	-	-	-	ditto
13) Flora and fauna	@	@	@	@	@	@	@	@	@	-	@	@	@	-	@	@	@	-	@	ditto
14) Landscape	@	@	-	@	-	-	@	@	@	-	@	@	@	-	-	@	-	-	-	ditto
III: Social environment																				
15) Waste	@	@	@	@	@	-	@	@	@	@	@	@	@	@	@	@	-	-	@	ditto
16) Historical and Cultural monuments	@	@	-	-	-	-	-	@	@	-	@	@	-	@	-	@	@	@	@	ditto
17) Traffic	-	@	@	@	-	-	@	@	@	@	@	@	@	@	-	@	@	@	@	ditto
18) Sanitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19) Hazards	@	@	-	@	@	-	@	@	@	-	-	-	-	@	-	@	@	@	@	ditto
20) Relocation	@	@	-	-	-	-	@	@	@	-	-	-	-	-	-	@	@	@	-	ditto
21) Socio-economic conditions	@	-	-	-	-	@	-	@	@	-	@	@	-	@	-	@	@	@	-	ditto
22) Cutting district	-	@	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@	@	@	@	@	@	@	ditto
23) Safety	-	@	-	@	-	-	@	@	@	@	@	@	-	@	@	@	@	@	@	ditto
24) Community	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25) Recreation facilities	@	-	-	-	-	-	@	-	@	-	-	-	@	@	-	@	@	@	@	ditto
26) Water rights and right of common	@	@	-	-	@	-	@	@	@	-	-	-	-	-	-	@	-	-	-	ditto

*Note :
- Stage of construction
1. Clearing of forests
2. Cutting and embankment construction
3. Use of heavy machines
4. Foundation work
5. Water control work
6. Treatment of underground water
7. Soil dumping sites
8. Aggregate quarry
9. Sand quarry
10. Pavement
11. Asphalt plant
12. Concrete plant
13. Waste of materials
14. Traffic safety
15. Worker facilities

- Use of roads
16. Existing road facilities
17. Traffic
18. Traffic safety
19. Transport of passengers, goods, and materials

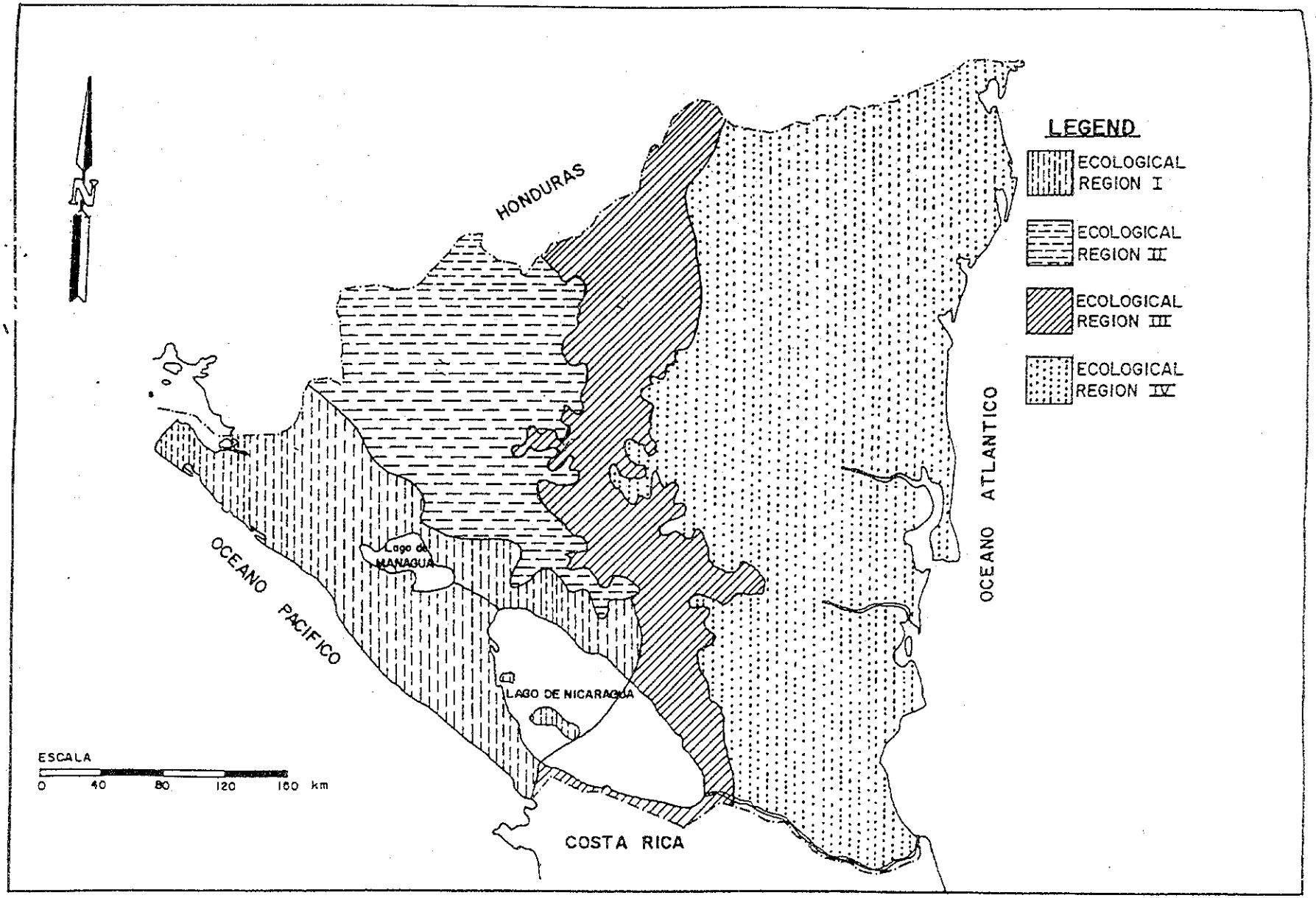


図7－3　ニカラグァの植生図

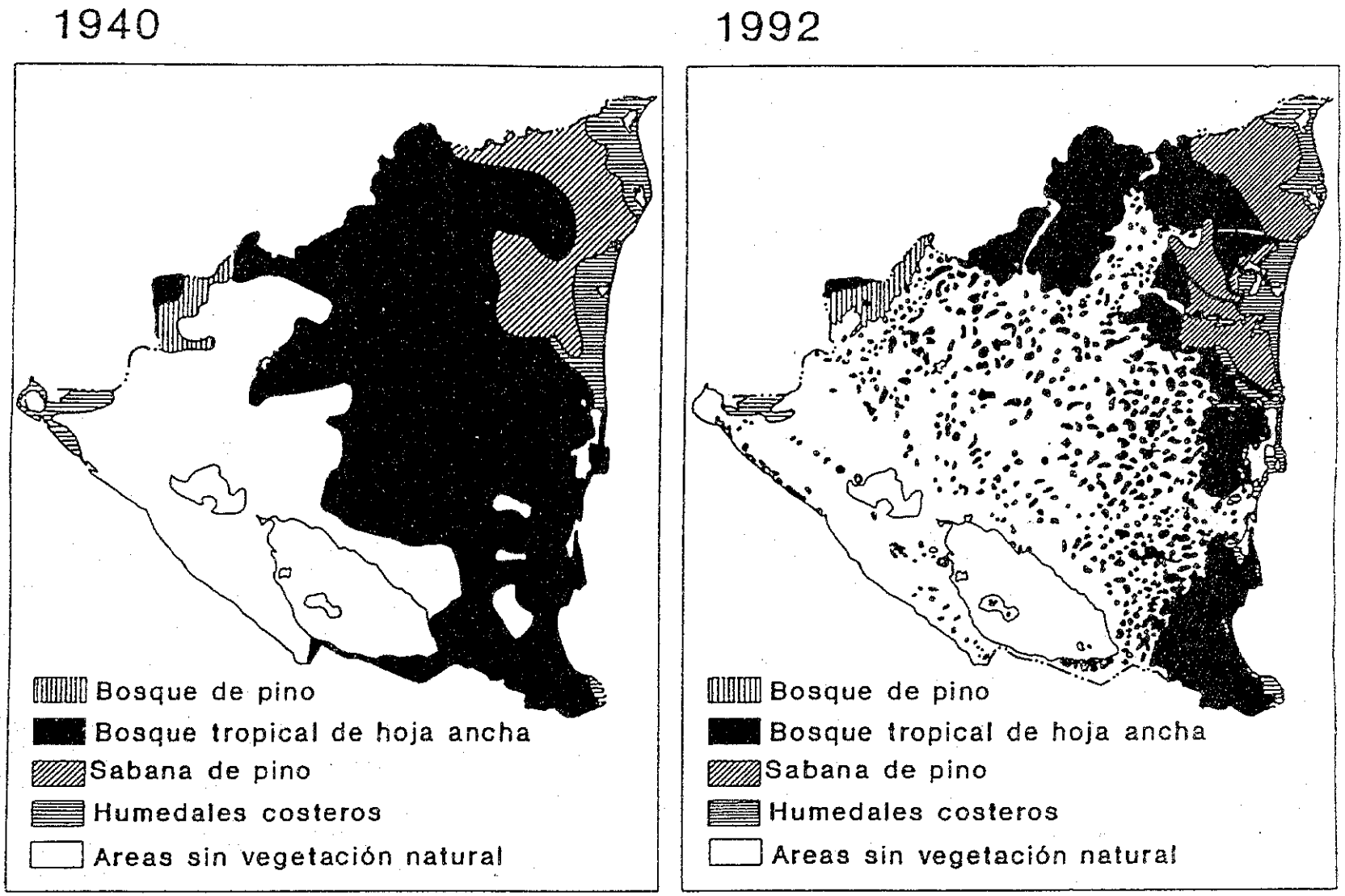


図7－4　森林破壊状況（1940－1992）

現在の森林に関する法令はいくつかの法律と規則から成り立っており、保全の精神は有しているが、その適応は十分ではない（IRENA－PAF, 1992)。

森林、野生生物及び海洋動物の保存、保全及び保護区域が図7－5に示すように制定されている。

一方、ニカラグァ国は"絶滅のおそれのある野生動物及び植物の取引に関する会議"（ワシントン条約）に参加しており、表7－2に示す25種の動物及び1種の植物が登録されている。また、117種の動物及び8種の植物が絶滅種として登録されている。

表7－2　絶滅危機種として登録されている野生動物及び植物

Family Name	Scientific name
FAUNA (Mammalian)	
Family Cebidae	1. Ateles geoffroyi frontatus
	2. Alouatta palliata
Family Mustelidae	3. Lutra longicaudis
Family Felidae	4. Felis concolor costaricencia
	5. Felis pardalis mearnsi
	6. Felis tigrina oncilla
	7. Felis yagouaroundi fossata
	8. Felis yagouaroundi panamensis
	9. Felis wiedii nicaraguae
	10. Felis onca
	11. Tapirus bairdii
Family Trichechidae	12. Trichechus manatus
Family Ciconiidae	13. Jabirus mycteria
Family Accipitridae	14. Chondroierax uncinatus
	15. Harpia harpyja
Family Psittacidae	16. Ara macao
	17. Ara ambigua
Family Trogonidae	18. Pharomachrus mocinno mocinno (Reptiles)
Family Cheloniidae	19. Caretta caretta
	20. Chelonia agassizi
	21. Chelonia mydas
	22. Eretmochelys imbricata
	23. Lepidochelys olivacea
Family Dermochelydae	24. Dermochelys coriacea
Family Crocodylae	25. Crocodylus acutus
FLORA	
Orchidaceae	1. Cattleya skinneri

(2) 景観

ニカラグァの国立公園は図7－6に示すとおりマサヤ火山、ザパテラ及びサスラヤ弧状列島の3つからなる。

(3) 学校教育

教育組織は初等、中等及び高等教育からなる。義務教育は、現在初等教育の6年間である。

教育組織で区分した1987年及び1991年の状況を表7－3に示す。私立学校及び生徒数の比率は1987年が3.4％及び1990年が5.0％である。

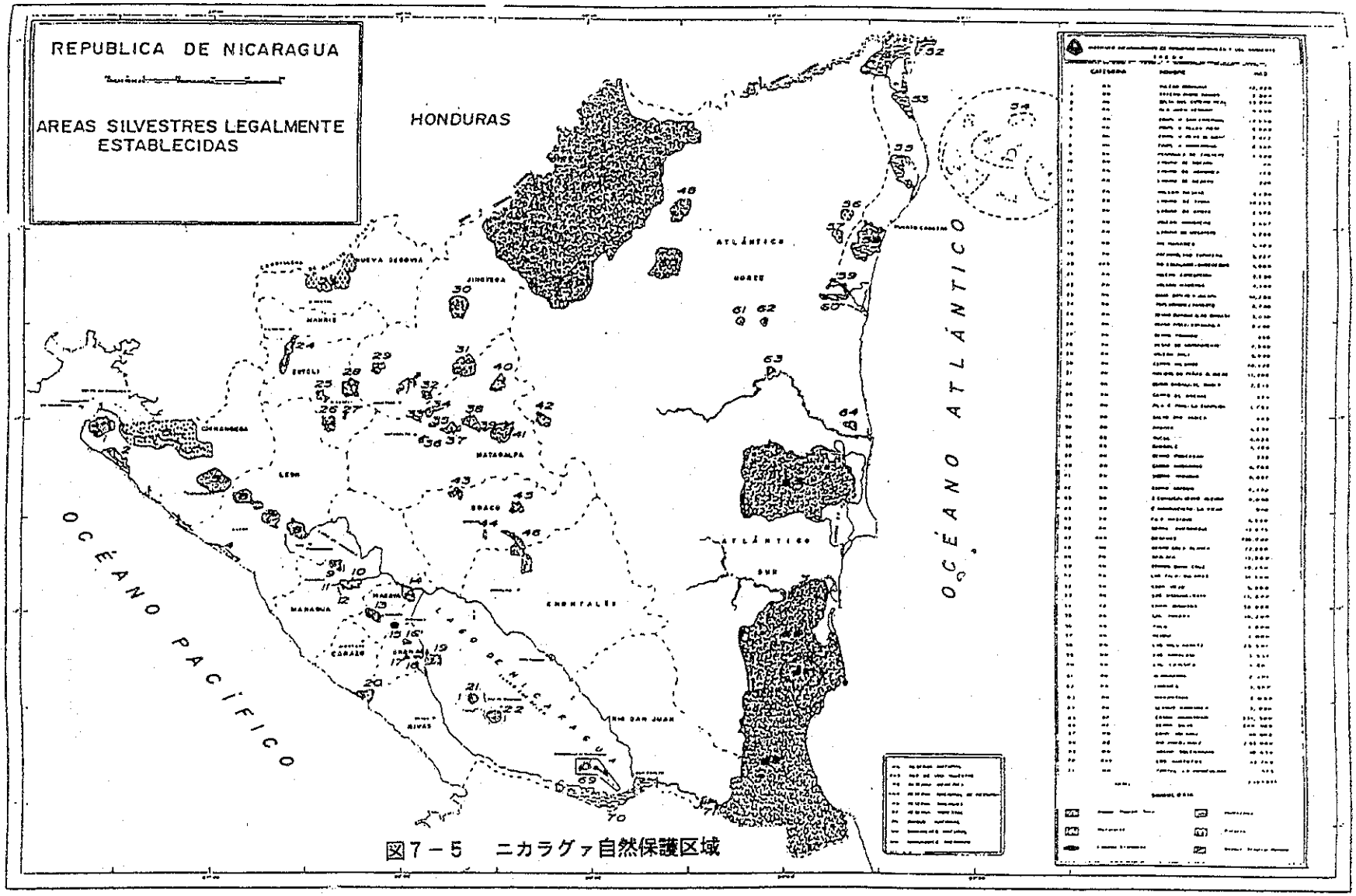


図7－5　ニカラグァ自然保護区域

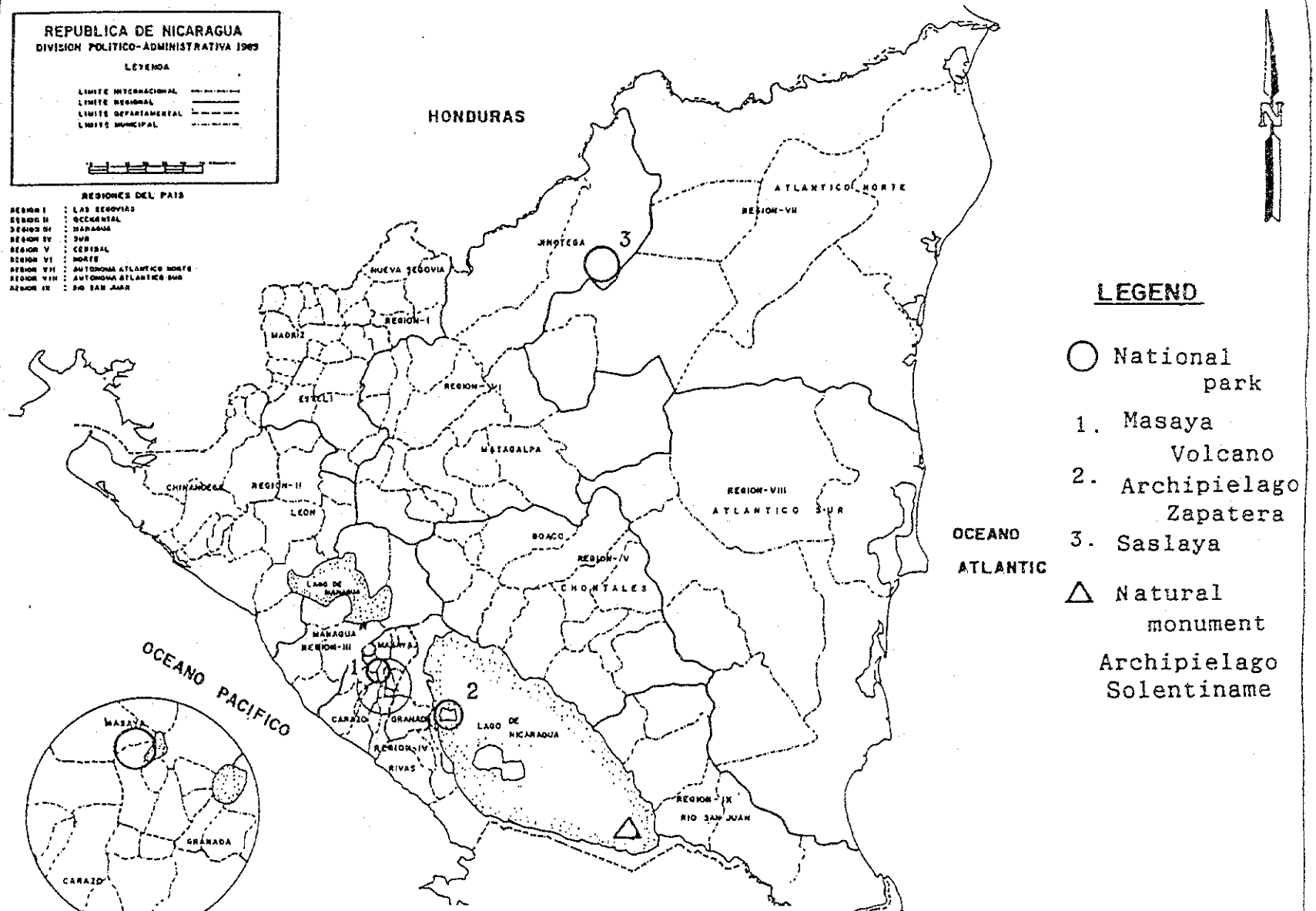


図7－6　ニカラグァの国立公園及び遺跡

(4) 医療関係

各地方区の1987年及び1991年の医療状況を表7－4及び7－5に示す。

(5) 水利用

農業用水は主に水井戸を利用しており、特に太平洋区域では比較的透水性の良い新期の厚い火山性堆積物に広く覆われていることから、乾期にはほとんどの河川が干上がる。

表7－3　1987年及び1991年の教育状況

(1) Elementary education

Year	1987			1991		
Region	School	Teacher	Student	School	Teacher	Student
I	571	2,310	64,640	660	2,207	70,080
II	766	3,459	107,765	805	3,303	123,343
III	391	4,176	163,082	455	4,135	178,235
IV	592	3,451	107,602	607	3,430	122,352
V	520	1,677	47,701	614	1,164	39,159
VI	738	2,027	68,754	978	2,312	82,846
VII	118	596	15,254	147	581	19,693
VIII	53	404	9,770	80	436	13,941
IX	49	217	5,438	56	771	24,396
Total	3,798	18,317	590,006	4,402	18,339	674,045

(2) Secondary education

Year	1987			1991		
Region	Schools	Teachers	Students	Schools	Teachers	Students
I	27	485	15,105	24	281	16,085
II	58	1,043	31,055	70	748	29,164
III	71	1,860	70,411	108	1,390	68,172
IV	54	974	28,906	90	902	34,717
V	29	398	11,216	38	345	10,722
VI	27	404	12,438	47	388	14,161
VII	13	125	2,697	15	50	3,911
VIII	12	127	2,605	9	68	2,197
IX	5	33	728	6	18	983
Total	296	5,449	175,161	407	4,191	180,112

(3) Higher education

Name of University	Location	Number of Student	
		1987	1991
Universidad Centro Americana	Managua	3,284	5,041
Universidad Nac. Autonoma de Nic. Managua	Managua	8,336	10,289
Universidad Nacional de Ingeniería	Managua	-	6,049
Universidad Nacional de Agricultura	Managua	1,419	2,316
Universidad Nac. Autonoma de Nic.- León	León	-	4,407
Centro Universitario Regional - Estelí	Estelí	611	429
Inst. Politecnico de Salid	Managua	-	474
Centro Popular de Est. Sup. Matagalpa	Matagalpa	-	451
Centro Univ. Regional de Chontales	Chontales	-	138
Centro Univ. Regional de Carazo	Carazo	-	219
Total 10 University		13,650	29,813

Source: MED

マナグア市の飲料水の約75％は水井戸（地下水）から、残り25％は湖から供給されている。

(6) 天然・歴史記念物

天然記念物はニカラグァ湖の南東部にあるスレンティナメ弧状列島が指定されている。当地は多くに小さな島々からなり、18,930haを占める。歴史記念物はコスタリカとの国境付近に位置するフォルタル・ラ・インマクラダオンが指定されている。

表７－４　病院及びベッド数

Year	Hospitals		Clinics	Health Centers		
	Centers	Beds		Centers	Beds	*1
1987	26	3,997	482	22	485	85
1988	26	3,904	488	21	488	74
1989	26	3,827	482	24	482	85
1990	29	3,826	471	25	471	96
1991	29	4,050	498	25	498	96

Note : *1 Health center without beds.

表７－５　地域別病院数ならびにベッド数（1991年）

Region	Hospitals		Clinics	Health Centers		
	Centers	Beds		Centers	Beds	*1
I	4	376	85	3	45	10
II	5	650	172	6	123	18
III	8	1,440	132	2	18	16
IV	5	789	83	3	43	20
V	2	245	67	4	99	6
VI	2	310	65	3	75	12
VII	1	71	31	4	95	3
VIII	1	118	29	-	-	7
IX	1	51	18	-	-	4

Source: MINSA, 1992

(7) 大気汚染

SO^2及びC^{12}に関連する大気汚染が1980年代以降マナグア市発生している。INETERによる調査の結果を図７－７及び表７－６に示す。

SO^2及びC^{12}の主な発生源は工場及び自動車からと考えられている。また、C^{12}の汚染を発生させた化学工場は1990年に操業を停止した。

表７－６　大気汚染物質の月間濃度

(1) SO_2 (mg/m³)

Location Month, 1989	1 Tanic	2 Texnicsa	3 San. Domingo	4 La Fosforera
June	2.21	0.60	0.278	0.364
July	0.615	0.333	0.216	0.316
August	0.11	0.068	0.196	0.211

Note : Air quality standard SO_2 : 0.5 mg/m³

(2) Cl_2 (mg/m³)

Location Month, 1989	5 Penwalt	6 Ciudad Sandino
June	0.534	0.03
July	0.148	0.051
August	0.185	0.096

Note : Air quality standard of Cl_2 : 0.1 mg/m³

主要都市部,特にマナグア市での自動車による大気汚染は徐々に増加している。新聞の報道もしばしば大気汚染の増加を報じている。

ニカラグァにおいて、大気質の環境基準は表７－７に示すEPA（米国環境保護庁）の基準を採用している。しかし、自動車の排出規制はない。

表７－７　大気質の環境基準

Substance	Standard *1
CO	10 mg/m³ /8 hours (9 ppm)
	35 mg/m³ /1 hour (35 ppm)
SO_2	80 mg/m³ /d (0.03 ppm)
	365 mg/m³/24 d (0.14 ppm)
NO_x, COMO, NO_2	100 mg/m³/year (0.05 ppm)
	variable 24 hours, with NO_2
HC	160 mg/m³/year (0.24 ppm)
Macro-particulars	25 mg/m³/year-260 g/m³/24 hours
SPM	260 mg/m³ /d
	75 mg/m³ in maximum
O_3	235 mg/m³ /hour (0.12 ppm)
Pb -Ps	1.5 mg/m³ /3 months

Note : *1 E.P.A.

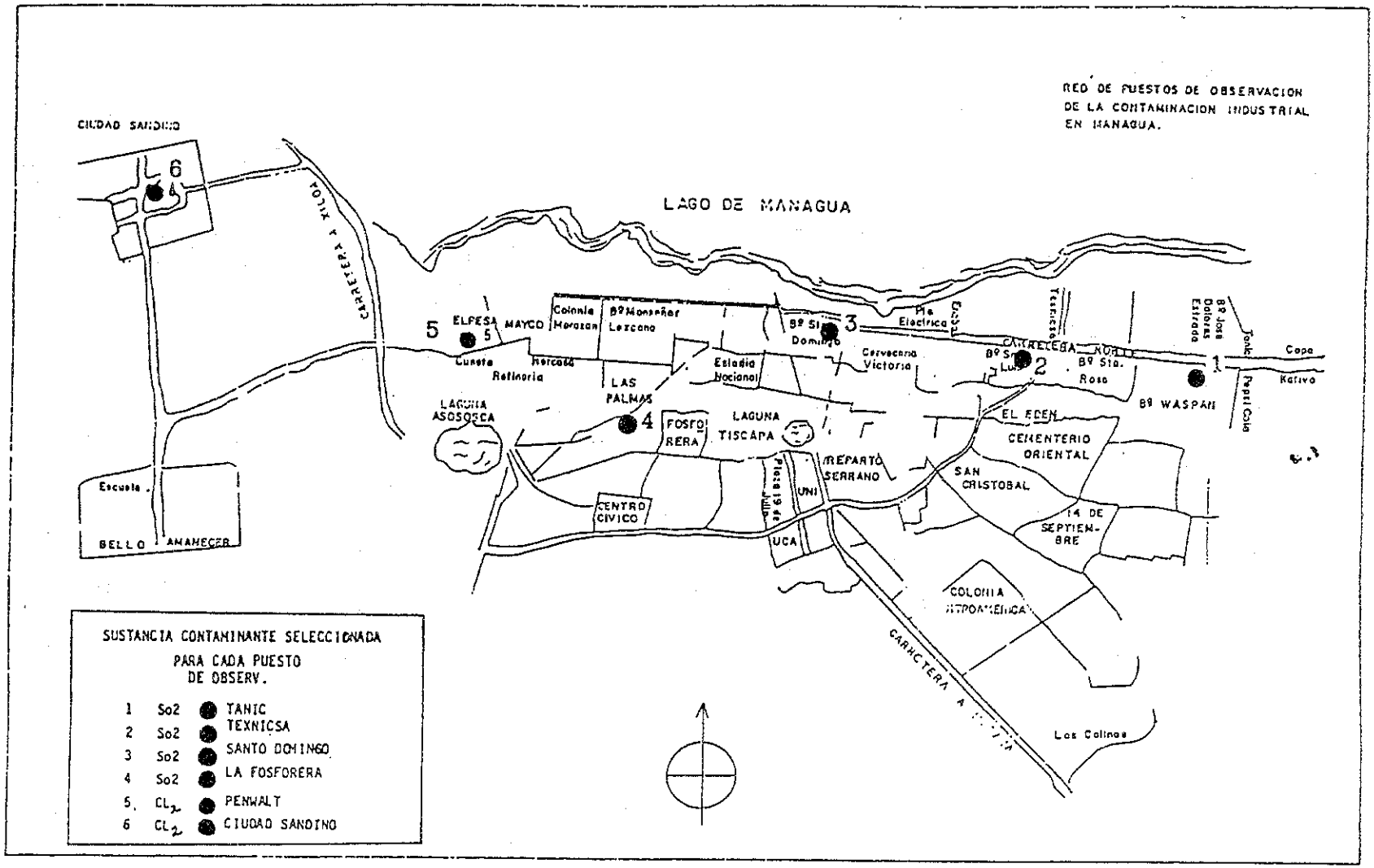


図7－7　大気測定調査地点

(8) 水質汚濁

水質汚濁はマナグア湖で生じている。汚濁は地形的状況（閉鎖系）、生活排水及び工業排水により発生していると考えられている。温泉を伴う地熱活動は湖水のイオン量の富化に寄与している。

生活排水及び工業排水は湖のリン（全リン）の富栄養化現象を発生させている。激しい蒸発は湖の塩水化を促進している。さらに、湖の水位低下、湖成堆積物及び河床堆積物の堆積は湖の汚濁を促進している。

マナグア湖の現在の状況は表7－8に示すとおりである。湖の汚染は環境へ、たとえば潅がい、飲料水、富栄養化及び地下水の様々なマイナスの影響を与えている。

さらに、湖の表層の堆積物には水銀により汚染されている。表流水及び地下水の汚染、特に太平洋地区では生活排水及び工業排水によって急速に進行している。

表7－8　マナグア湖の水質（1988－89年）

Items	Value
Lake surface	1,016 km²
Watershed basin area	6,668 km²
Total volume	7.97×E6 m³
Mean depth	7.8 m
Maximum depth	26 m
Lake elevation (max., 1953)	43.44 m
pH	9.22
Temperature	29.1℃
Conductivity	1,773 mS
Ca 2+	7.49 mg/l
Mg 2+	18.67 mg/l
Na +	402.6 mg/l
K +	56.45 mg/l
Fe 2+	0.57 mg/l
Cl -	236.9 mg/l
B 3+	2.31 mg/l
NO_3 -	3.12 mg/l
NO_2 -	0.13 mg/l
SO_4	41.39 mg/l
$CaCO_3$	93.79 mg/l
HCO_3	470.0 mg/l
Alkalynity	541.75 mg/l
O_2	7.8 mg/l
PO_4 3-	0.14 mg/l

Source : S.M. Gullen,1991

(9) 騒音・振動

騒音・振動の公害はまだ正式には報告されていない。しかし、首都部のいくつかの交差点では自動車騒音が認められる。騒音は現在より悪化すると考えられている。

(10) 土壌汚染

土壌汚染は報告されていない。

(11) 悪臭

悪臭についてはまだ報告されていない。しかし、マナグア湖の一部から発生すると考えられる。

(12) 地盤沈下

揚水による地盤沈下は生じていない。

(13) 災害

自然災害として過去に火山活動、地震、ハリケーン、洪水、地すべり等が発生している。特に、マサヤ火山は1976年に大きな被害を出している。モモトンボ及びネグロ火山は今も活動しており、今後の激しい災害を予想させる。

主な地震と火山噴火の記録を表7－9に示す。

ニカラグァ国ではハリケーンの被害が毎年のように発生し、洪水、地すべり、土石流等を伴う。しかし、これらの被害の記録等の資料はない。

地すべりの災害記録はないが、地すべりの危険区域を図7－8に示す。地すべりの分布域は、ほとんど活火山及び第三紀層の区域と一致する。

(14) 廃棄物

主要都市の一般廃棄物は基本的に廃棄物処理場にて処理されている。マナグア市では一般廃棄物を約25haの敷地を有するアカウアリンカ地区で1日1,100㎥を処理している。

将来の工業発達及び人口増加に伴い、産業及び一般廃棄物量の増加はさらに加速されるものと考えられる。

表７－９　ニカラグァ国における主な地震及び火山噴火の記録

Year	E/V*1	Name /Location	Magnitude	Damage
1520-28	V	V.Telica, Masaya	-	
1609	V	V.Momotombo	-	
1630	V	V.Masaya	-	Felt strongly in Managua
1663	E	V.Momotombo-Granada	Unknown	
1764	V	V.Momotombo	-	
1772	E	V.Masaya	-	Granada
1809	V	V.Cosiguina	-	
1822	E	Cartago	Unknown	Cartago
1835	V	V.Cosiguina	-	Falling ash in México
1844	E	San Juan	Unknown	San Juan
1847	V	V.Irazu	-	
1858	V	V.Nindiri	-	Landslide in Granada
1858-60	V	V.Masaya	-	Lava flow
1882-83	V	V.Concepción	-	
1884	E	Managua	Unknown	Strong eqe.
1898	E	León	Unknown	Much damage in León
1926	E	Managua/135 km*2	7.0	Half of all houses damaged
1931	E	Managua	5.6	Surface faulting
1938	E	Telica	-	Telica completely destroyed
1947	V	V.Concepción	-	
1955	E	Central America	6.2	Managua damaged
1961	E	Managua/138 km	5.5	Houses damaged in León
1963-68	V	V.Cerro Negro	-	Damage in León
1968	E	Masaya/162 km	6.2	Masaya, Granada
1971	V	V.Cerro Negro	-	
	V	V.Telica	-	
1972	E	Managua/5 km	6.2	Managua destroyed, surface faulting, 6,000 dead, repeat of the 1931 earthquake
1973	E	Guanacaste	6.7	15 dead

Source : D.J. Leeds, 1974
Note : *1 E=Earthquake, V=Volcanic eruption
*2 Depth of epicenter

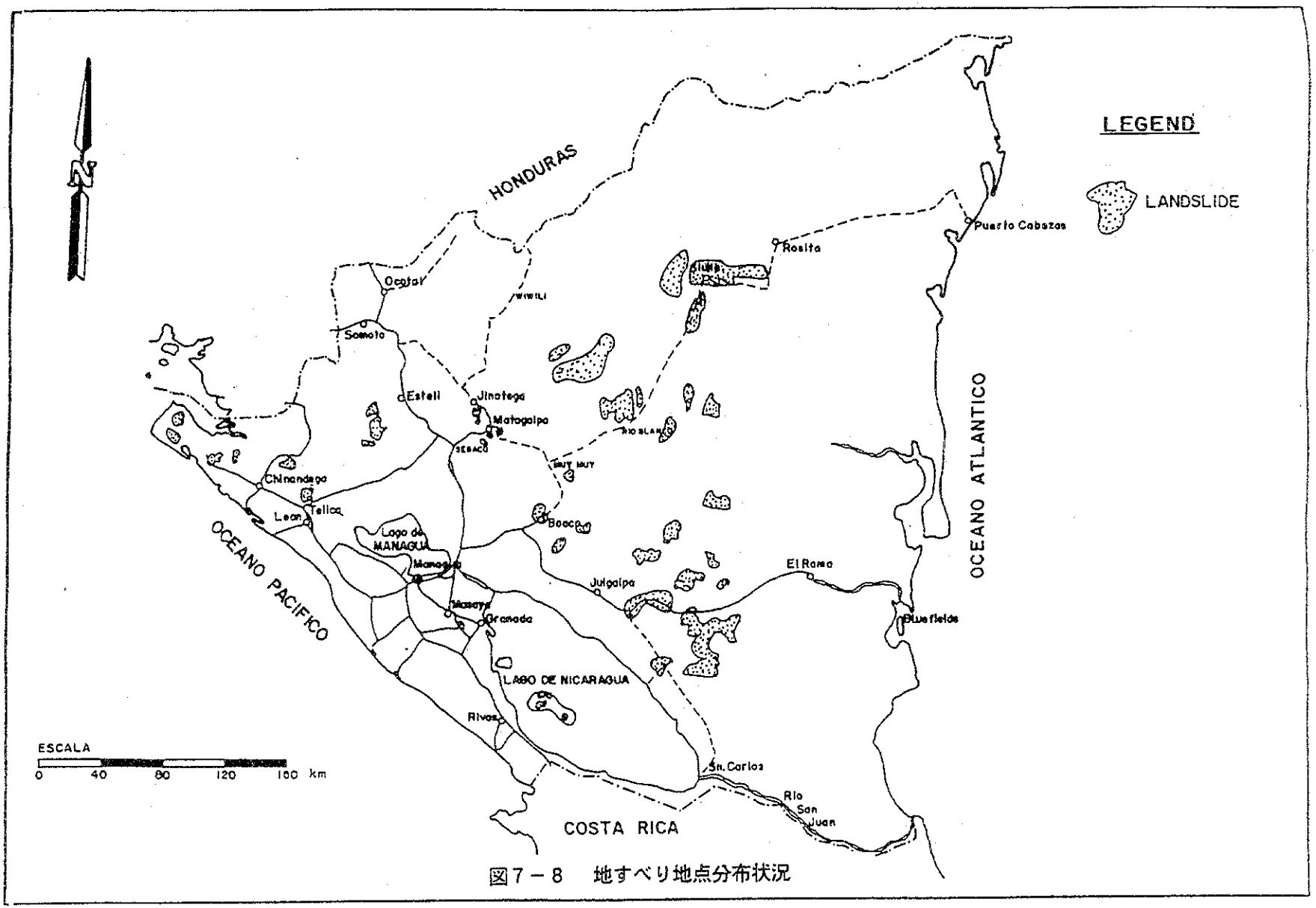


図7－8　地すべり地点分布状況

7.2.4 環境問題

ニカラグァ国の環境問題は表7－10に示すとおり主に大気汚染、水質汚濁、動・植物、土壌浸食、水関係等からなる。

表7－10　環境問題

Items	Problems
1. Air pollution	- Gas emitted from a chemical factory in the 1980s. The pollutant was Cl_2. Operations ceased in 1990. - Exhaust gas from automobiles.
2. Water pollution	- Contamination of lakes and rivers caused by domestic and industrial waste-water, eutrophication.
3. Endangerment of Flora and fauna	- Deforestation mainly due to shifting agriculture and logging, estimated at 100,000 ha. yearly. - Endangerment of valuable fauna and flora, and damaged to ecosystem caused by deforestation.
4. Soil erosion	- Soil erosion because of deforestation.
5. Water	- Desertification because of deforestation in the southeastern area, Region-IX, Río San Juan. - Decreasing underground water level, due to deforestation, pumping of water, etc. - Flooding, erosion and sedimentation in water course, deforestation.
6. Others	- Noise and vibrations caused by automobiles and factories. - Underground water contamination. - Waste, increasing volume of domestic and industrial waste. - Sewage, surface and underground water contamination, eutrophication. - Foul odors caused by waste and eutrophication of the lake.

7.3 初期環境調査

7.3.1 環境基準及び環境保全目標の設定

大気質環境基準には米国の環境基準が使用されている。水質基準は、ニカラグァ国では現在検討中であることから、日本の排水基準を準用することにする。騒音・振動及び土壌汚染についても日本の環境基準を準用する。

その他の環境項目（地盤沈下、悪臭、廃棄物、地象、水象、動・植物、景観、災害、交通安全及び社会経済問題）については、プロジェクト地域の環境へ著しい影響を与えないこととする。 大気質、水質、騒音、振動及び土壌汚染の環境基準をそれぞれ表7－11, 7－4 －12, 7－13, 7－14及び7－15に示す。

表7－11 大気質の環境基準

Items	Standard Value
CO	10 mg/m³/ 8 hours (9 ppm) 40 mg/m³/ 1 hour (35 ppm)
SO_2	80 mg/m³/ day (0.03 ppm) 365 mg/m³/ 24 hours (0.14 ppm)
NO_x	100 mg/m³/ year (0.05 ppm) variable in 24 hours with NO_2
HC	160 mg/m³/ 3 hours (0.24 ppm)
Macro-Particular	25 mg/m³/ year or 260 g/m³/ 24 hours
Suspended Particulate Matter	260 mg/m³/ day 75 mg/m³ *1
O_3	235 mg/m³/ hour (0.12 ppm)
Pb-Ps	1.5 mg/m³/ 3 months

Note :*1 Annual arithmetic mean

表7－12 水質環境基準

Items	Standard Value
pH	Effluent to seaside : 5.0 - 9.0 Others : 5.8 - 8.6
Biochemical Oxygen Demand	160 mg/l (daily average : 120 mg/l)
Chemical Oxygen Demand	160 mg/l (daily average : 120 mg/l)
Suspended Solids	200 mg/l (daily average : 150 mg/l)
Normal hexane extraction matter	5 mg/l (mineral oil) 30 mg/l (animal and vegetable oil)
Copper	3 mg/l
Zinc	5 mg/l
Dissolved iron	10 mg/l
Dissolved manganese	10 mg/l
Chromium	2 mg/l
Fluorine	15 mg/l
Number of Coliform bacteria	3,000 points/cm³ (daily average)
N	120 mg/l (daily average)
P	16 mg/l (daily average)

表７－１３　騒音環境基準

(Unit : dB(A))

Item	Area	Environmental Standards Value		
		Daytime	Morning/Evening	Nighttime
General	AA*1	< 45	< 40	< 35
	A *2	< 50	< 45	< 40
	B *3	< 60	< 55	< 50
Road	A *4	< 55	< 50	< 45
	A *5	< 60	< 55	< 50
	B *4	< 65	< 60	< 55
	B *5	< 65	< 65	< 60

Note : *1 Quiet required, medical care facilities.
*2 Residential area.
*3 Industrial and commercial areas.
*4 Two-lane road.
*5 Road with more than two lanes.

表７－１４　振動環境基準

Standard Value of Vibration : 50 dB(B) on the border	
– Influence of vibrations on the human body –	
Vibration Level dB(B)	Influence on the Human Body
< 60	No perceptible feeling. Does not influence sleep.
60 - 65	Can be felt. Complaints of slight vibrations are 50%.
65 - 70	Disturbs sleep slightly. Complaints of vibrations become 30%.
70 - 75	Complaints of vibrations become 40%.
75 - 80	Light physical damage occurs. Complaints of vibrations become 40%.
> 80	Vibration can be felt strongly. Physiological influence.

表７－１５　土壌汚染の環境基準

Items	Standard Value
Cadmium	0.01 mg/l
Cyanide	Not detectable
Organic Phosphorous	Not detectable
Lead	0.1 mg/l
Hexavalent chromium	0.05 mg/l
Arsenic	0.05 mg/l
Total mercury	0.0005 mg/l
Alkyl mercury	Not detectable
Polychlorinated biphenyls	Not detectable
Copper	125 mg/ 1 kg soil

7.3.2　初期環境調査

環境要素に基づいた初期環境調査のための環境チェックリストを表7－17に示す。チックリストは現在の環境状況を検討するために環境項目及びその細目からなる。環境評価は本調査での野外調査で得られた資料に基づいたチェックリストに記述することにより実施される。

上記のチェックリストを使用して、環境検討は表7－16に示すフィージビリティ調査地域内の4路線について実施した。

調査結果を表7－17に示す。

表7－16　フィージビリティ調査用仮設定道路区間

F/S Section	Road Section	Road Name	Distance
Section 1	Managua - Masaya	N.R. 4	26.0 km
Section 2	Masaya - San Benito	N.R. 11, 1	37.6 km
Section 3	Masaya - Nandaime	N.R. 11, 18, 4, 2	32.8 km
Section 4	Telica - San Isidro	N.R. 26	97.1 km
Total			193.5 km

Note : N.R. National Road

表7－17　影響評価

Environmental Items	Evaluation Section				
	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Overall Evaluation
1) Air quality	2	2	2-3	2-3	2
2) Water quality	2	2-3	2-3	2-3	2
3) Soil contamination	3	3	3	3	3
4) Noise and vibrations	1-2	3	2-3	2-3	1-3
5) Land subsidence	3	2-3	3	2-3	2-3
6) Foul odor	3	2-3	2-3	3	2-3
7) Land	1-2	3	2	2-3	1-3
8) Soil	2-3	2-3	2	2-3	2-3
9) Water	2	2-3	2	2-3	2
10) Underground water	3	3	3	3	3
11) Sea	3	3	3	3	3
12) Flora and fauna	2	4	2-3	2-3	2
13) Landscape	3	3	3	3	3
14) Waste	3	2-3	2-3	2-3	2-3
15) Historical and natural monuments	3	3	3	3	3
16) Traffic	3	2-3	2-3	2-3	2-3
17) Hazards	3	2-3	2-3	2-3	2-3
18) Relocation	3	3	3	3	3
19) Socio-economic conditions	3	4	4	4	4
20) Cutting district	3	3	3	3	3
21) Safety	2	2-3	2-3	2	2-3
22) Recreation facilities	3	2-3	2-3	2-3	2-3
23) Water rights and right of common	3	4	4	4	4
Synthetic Evaluation					2

Note : Evaluation results
1 = Major influence
2 = Minor influence
3 = No influence
4 = Unknown

7.4 結論及び提言

7.4.1 結論

a) ニカラグァ国での環境問題

ニカラグァ国での主要な環境問題は以下のとおりである。

1) 工場及び自動車による大気汚染。
2) 生活排水及び工場排水による湖及び河川の水質汚濁、富栄養化問題。
3) 森林伐採砂漠化現象、動・植物の貴重種の消滅及び生態系の破壊。
4) 森林伐採による土壌浸食。
5) 砂漠化現象、洪水等。
6) その他
   - 自動車、工場からの騒音・振動。
   - 地下水汚染。
   - 一般、産業廃棄物の増加。
   - 下水による表流水、地下水汚染及び富栄養化。
   - 廃棄物及び富栄養化した湖からの悪臭。

b) 初期環境調査

初期環境調査は、次のフィージビリティ調査の段階で実施が予想される4路線について行った。

プロジェクトによる環境影響の主な要因は道路の建設と供用である。環境項目として、大気質、水質、土壌汚染、騒音・振動、地盤沈下、悪臭、地象、土壌、水象、海、動・植物、景観、廃棄物、歴史・文化記念物、交通、災害、住民移転、社会経済的状況、地域分断、安全、レクリェーション施設及び水利権・入会権が選定された。

また、初期環境調査の結果、大気質、水質、騒音・振動、地盤沈下、悪臭、地象、土壌、水象,動・植物、景観、廃棄物、歴史・文化記念物、交通、災害、社会経済的状況、安全、レクリェーション施設及び水利権・入会権への影響が評価された。

結論として、フィージビリティ調査の段階において環境影響評価の実施の必要性がある。

7.4.2 提言

a) 環境影響評価

フィージビリティ調査の段階にいて環境影響評価の実施が提言される。環境調査は、以下の項目からなる。

ー大気質

－水質

－騒音・振動

－地象

－土壌

－水象

－地下水

－動・植物

－景観

－交通状況

－社会状況

b） 環境調査

環境調査の内容について表7－18に示すとおり提言する。

表7－18　環境調査の内容

Items	Components
1. Air quality	SO_x Measurement point: intersections in major cities (NO_x, SPM: no analysis)
2. Water quality	20 items: Ca, Mg, Na, K, HCO_3, SO_4, Cl, SiO_2, Fe, PO_4, NO_3N, NH_4N, Cd, CN, PB, Cr, As, Hg, Mn, pH. Sampling point : main water courses and spring water wells.
3. Noise and Vibration	Environmental noise and vibration. Measurement point : intersections in major cities.
4. Land	Morphological and geological field survey.
5. Soil	Soil investigation : soil section.
6. Water	Data collection : water level, and volume of discharge into major water courses.
7. Underground Water	Data collection : water level, pumping capacity, water quality, etc. of well and spring water.
8. Flora and Fauna	Baseline survey of flora, 400 m wide.
9. Landscape	Extraction of major site of landscape.
10. Traffic Conditions	Examination of present conditions, control points, hazard records, etc.
11. Social Condition	Interview surveys in each municipality.

第８章　社会経済の現況

第８章　社会経済の現況

8.1　社会経済の現況

8.1.1　面積

(1) 総面積

ニカラグァ国の面積は以下にみるようにおよそ13万k㎡であり、中米諸国では最大である。ニカラグァ国の領土は1991年に発布された新しい法律により９地域、15県、143市に分けられた。図８－１はこれらの境界を示している。

領土面積　121,428k㎡

湖の面積　16,025k㎡

総面積　137,453.9k㎡

(2) 地域別・県別面積

行政的にはニカラグァ国は９つの地域から構成されている。地域I、V、VIを含む中央部は高地であり、地域II、III、IVを含む太平洋岸地域は広い平原となっている。また、地域VII、VIII、IXを含む東部地域が全国土の55％を占めている。地域別・県別面積は表８－１に示されている。

表８－１　地域別・県別の面積

Region	Area (km²)	Share (%)	Department	Area (km²)	Share (%)
I Las Segovias	7,060	5.8	Nueva Segovia	3,123	2.6
			Madriz	1,602	1.3
			Estelí	2,335	1.9
II Occidental	10,033	8.3	Chinandega	4,926	4.1
			León	5,107	4.2
III Managua	3,672	3.0	Managua	3,672	3.0
IV Sur	4,724	3.9	Masaya	590	0.5
			Carazo	1,050	0.9
			Granada	929	0.8
			Rivas	2,155	1.8
V Central	10,622	8.7	Boaco	4,244	3.5
			Chontales	6,378	5.3
VI Norte	18,278	15.1	Jinotega	9,755	8.0
			Matagalpa	8,523	7.0
VII Autonoma Atlántico Norte	32,159	26.5		32,159	26.4
VIII Autonoma Atlántico Sur	27,407	22.6		27,407	22.5
IX Río San Juan	7,473	6.2	Río San Juan	7,473	6.2
Total	121,428	100.0	Total	121,428	100.0

(3) ゾーン別面積

市境界を考慮に入れ、33の交通ゾーンが図４－８に示されているように設定された。ゾーン別面積は表８－２に示されているとおりである。

表８－２　ゾーン別面積

Zone	Area (km²)	Region*1	Zone	Area (km²)	Region*1
1	5,711	9	18	1,732	2
2	1,557	4	19	2,335	1
3	598	4	20	9,755	6
4	929	4	21	49	2
5	6,378	5	22	2,697	2
6	4,244	5	23	2,180	2
7	11,261	8	24	1,602	1
8	1,050	4	25	3,123	1
9	209	4	26	1,762	9
10	381	4	27	4,648	8
11	683	3	28	11,498	8
12	1,637	3	29	8,133	7
13	1,520	6	30 *2	0	2
14	7,003	6	31	1,352	3
15	11,986	7	32 *2	0	10
16	12,040	7	33 *2	0	11
17	3,375	2	**Total**	121,428	

Note　:*1 Corresponding Region
　　*2 Assumed for transportation analysis
Source　: INETER, calculation of each zone by the JICA Study Team

8.1.2　土地利用の現況

現在の土地利用状況は、表８－３に示すようにIRENAにより公表されている。土地利用規制方針や土地の潜在力については8.2.2節の「領土有効利用のための戦略的指針」に詳細に論ぜられている。

表８－３　土地利用の現況

Land Use in Nicaragua (1990) : 12,143,000 Ha.

Land Use	Percentage
Fallow Land	7%
Shrubs	9%
Pine Forests	4%
Broad Leaf	31%
Others (Livestock, Agriculture)	49%

SOURCE : Uso de la Tierra, IRENA 1991.

8.1.3　人口

(1) 人口の推移

INECは1950年、1963年人口センサスを実施した。しかし、1971年以降人口センサスは行われていない。その結果現時点の正確な人口を知ることはできない。しかし、現在の人口を推定するために、INECは1978年、1985年、1992年に「ニカラグァ国の人口調査」を実施した。

INECの「人口の予測1950－2025」によると、推定方法が1992年の調査から修正されている。若い世代が内戦で減少したこと、および内戦時に外国を逃避したニカラグァ人が内戦の終結とともに帰国し始めたことにその理由がある。1992年の予測は最近の調査「ニカラグァ国の人口調査1992」に基づいている。

図8－1　ニカラグァ国の地域及び県の境界図

1992年の推計によると、ニカラグァ国の人口は約4百万人となっている。1980年から1990年までの人口の年平均成長率は2.7％であった。1950年代、60年代、70年代の平均成長率はおよそ3.1～3.2％であったため、80年代は0.5％ほど人口成長率が減少していることになる。表8－4は人口の趨勢を示している。

表8－4　人口の趨勢

Year	Population	Annual Growth Rate
1950	1,108,894	
1955	1,287,271	
1960	1,501,595	3.1% (1960/1950)
1965	1,758,257	
1970	2,063,840	3.2% (1970/1960)
1975	2,425,542	
1980	2,802,815	3.1% 1980/1970)
1985	3,229,560	
1990*	3,673,044	2.7% (1990/1980)
1991*	3,822,072	
1992*	3,968,500	
1993*	4,113,369	

Note　:* Estimate
Source　: INEC 1992

図8－2は1990年の性別・年齢別人口を示している。15～30歳の男性の数は同年齢の女性に比べはるかに少ない。

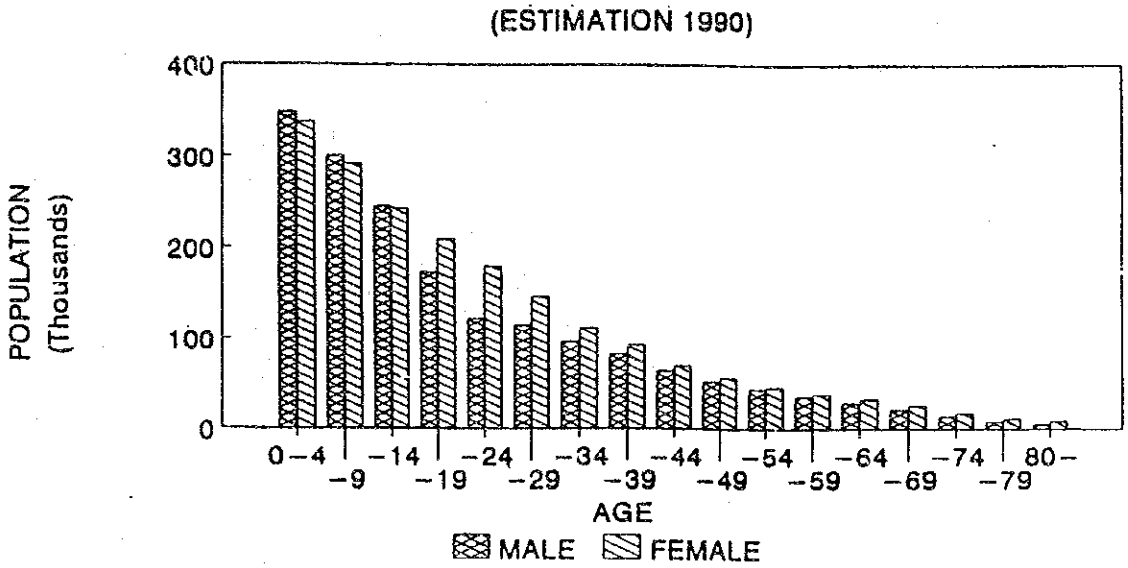


図8－2　性別・年齢別人口

(2) 地域別、県別、市別人口

市別の人口は付録に示しているように1990年から1992年の3年間について推定されている。県別人口は県内に属する各市の人口を合計することによって得られた。地域の人口は同様に同じ地域に属する県人口を合計することによって求められた。表8－5は最新の1993年時点の地域別人口を示している。総人口は約411万人で平均の人口

密度は33.9人／k㎡である。太平洋岸地域（地域II、III、IV）の人口は総人口の62％を占めている。首都マナグアを含む地域IIIには総人口の27.9％の人口が集中している。

表８－５　地域別人口（1993）

Region		Area (km²)	Population (person)	Population Density (person/km²)
I	Las Segovias	7,060	401,408	56.9
II	Occidental	10,033	705,040	70.7
III	Managua	3,672	1,148,776	312.8
IV	Sur	4,724	678,215	143.6
V	Central	10,622	268,615	25.3
VI	Norte	18,278	543,904	29.8
VII	Autonoma Atlántico Norte	32,159	134,978	4.2
VIII	Autonoma Atlántico Sur	27,407	186,789	6.8
IX	Río San Juan	7,473	45,644	6.1
Total		121,428	4,113,369	33.9

県別人口は表８－６に示されている。15の県のうちマナグア県の人口は110万人で最も人口が集中している。次がマタガルパ県で36万人となっている。

表８－６　県別人口

Department	Area (km²)	Population (persons)	Population Density (persons/km²)
Nueva Segovia	3,123	126,806	40.6
Madriz	1,602	100,436	62.7
Estelí	2,335	174,166	74.6
Chinandega	4,926	344,977	70.0
León	5,107	360,063	70.5
Managua	3,672	1,148,776	312.8
Masaya	590	217,048	367.9
Carazo	1,050	159,339	151.8
Granada	929	159,259	171.4
Rivas	2,155	142,569	66.2
Boaco	4,244	124,044	29.2
Chontales	6,378	144,571	22.7
Jinotega	9,755	183,278	18.8
Matagalpa	8,523	360,626	42.3
Atlántico Norte	32,159	134,978	4.2
Atlántico Sur	27,407	186,798	6.8
Río San Juan	7,473	45,644	6.1
Total	121,428	4,113,369	33.9

(3) ゾーン別人口

ゾーン別人口は表８－７に示されている。マナグアを含むゾーン11には98万人の人口が集中しており、全国の25％を占めていることになる。プエルト・サンディノを含むゾーン39の人口は開発ゾーンとして定義されているため人口を0としてある。ゾーン32と33は外国ゾーンであるため人口は同様に0としてある。

表８－７　ゾーン別人口

Zone	Area (km²)	No of Municipality	1990	1991	1992	1993	Population Density (1993)
1	5,711	5	40,209	41,840	43,507	45,028	7.9
2	1,557	9	112,603	117,171	121,682	126,103	81.0
3	598	1	14,703	15,300	15,889	16,466	27.5
4	929	4	142,210	147,980	153,675	159,259	171.4
5	6,378	8	129,097	134,334	139,852	144,571	22.7
6	4,244	6	110,766	115,260	119,996	124,044	29.2
7	11,261	4	104,559	108,801	113,257	117,093	10.4
8	1,050	8	142,283	148,056	153,751	159,339	151.8
9	209	6	68,815	71,607	74,360	77,064	368.7
10	381	3	124,999	130,071	135,077	139,984	367.4
11	683	1	868,015	903,233	935,520	972,072	1423.2
12	1,637	2	73,961	76,962	79,715	82,828	50.6
13	1,520	4	76,679	79,790	82,821	85,872	56.5
14	7,003	9	245,344	255,297	264,991	274,754	39.2
15	11,986	4	65,905	68,579	71,199	73,806	6.2
16	12,040	2	31,385	32,658	33,910	35,147	2.9
17	3,375	6	265,410	276,179	286,818	297,228	88.1
18	1,732	4	56,108	58,385	60,634	62,835	36.3
19	2,335	6	155,522	161,831	168,659	174,166	74.6
20	9,755	7	163,659	170,299	176,766	183,278	18.8
21	49	1	21,064	21,919	22,764	23,590	481.4
22	2,697	6	223,904	232,989	241,962	250,746	93.0
23	2,180	6	63,078	65,639	68,166	70,641	32.4
24	1,602	9	89,684	93,324	97,259	100,436	62.7
25	3,123	11	113,232	117,826	122,797	126,806	40.6
26	1,762	1	551	573	596	616	0.3
27	4,648	2	39,221	40,812	42,490	43,923	9.4
28	11,498	3	23,014	23,948	24,933	25,773	2.2
29	8,133	1	23,239	24,182	25,108	26,025	3.2
30	0	0	0	0	0	0	0.0
31	1,352	4	83,825	87,227	90,346	93,876	69.4
32	0	0	0	0	0	0	0.0
33	0	0	0	0	0	0	0.0
Total	121,428	143	3,673,044	3,822,072	3,968,500	4,113,369	33.9

Source　: Estimate of total, INEC "Projection of Population 1950-2025", December 1992
Calculated by zone, the JICA Study Team

8.1.4 就業者

「中期開発戦略1992－1996」によれば、公式発表による失業率は依然として増加し続けており、1992年には16％に達している。同報告書が明らかに述べているように、公式の失業率に関する統計は必ずしも正確とはいえない。他方、マナグアで実施されたサンプル調査によれば、インフォーマルセクターで働く就業者が1989年の48％から1992年の65％に達していることを明らかにしている。また、BID、CABEIならびにMECEのスタッフとの議論を通じ、現在の失業率は60％に達するものと想定される。いずれにしても現在の失業率は相当高いと考えるべきである。表8－8に示されるように、労働可能年齢人口（15歳以上～60歳未満）は1970年の100万人が1990年には180

万人へと増加してきている。総人口に占める割合は1970年には47.6％、1990年には48.2％となっている。もし、15～59歳の人口の25％が働く意志を持たないと考えると、就業可能人口は1990年には130万人と推定できる。

表8－8　労働可能年齢人口

Age Group	1970	1975	1980	1985	1990
0 - 4	399,629	464,417	526,809	609,779	685,062
5 - 9	325,568	381,609	439,161	510,589	521,219
10 -14	275,563	319,898	369,160	424,971	488,519
15 -19	228,660	267,228	305,867	340,475	382,662
20 -24	169,380	221,245	252,327	277,921	302,264
25 -29	133,218	162,227	208,449	238,508	261,031
30 -34	113,328	126,869	152,948	187,602	208,763
35 -39	95,770	107,760	120,083	143,863	175,430
40 -44	82,758	90,671	101,410	113,198	134,830
45 -49	67,523	77,715	84,711	97,216	108,620
50 -54	51,184	62,694	71,585	78,901	90,240
55 -59	40,133	46,810	56,977	66,413	73,383
60 -64	30,718	35,718	41,762	52,084	61,104
65 -69	22,141	26,005	30,509	36,811	46,289
70 -74	14,937	17,233	20,369	25,296	30,729
75 -79	9,832	10,184	11,646	15,278	19,013
80 over	5,487	7,260	8,243	10,646	13,887
15 -59	981,954	1,163,219	1,354,357	1,544,097	1,737,223
Total	2,063,829	2,425,543	2,802,016	3,229,560	3,603,045
Rate of Workable Population	47.6	48.0	48.3	47.8	48.2

Source : INEC

他方、保険金支払いデータをもとにより正確な雇用者数の推定が可能である。表8－9は部門別の保険金支払い者数を示している。保険金支払い者数は1987年の31.1万人から1992年には21.5万人と減少している。もし、上記の仮定が正しいのであれば、1990年の失業者数は58.1％と推定され、現在の失業率に関するエコノミストの感覚とほぼ一致したものとなる。

表8－9　保険金支払い者数

Sector	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Total	311,873	295,936	261,209	261,439	228,930	214,675
1) Primary Sector	46,995	42,177	41,516	42,629	33,293	28,042
- Agriculture, Livestock	46,995	42,177	41,516	42,629	33,293	28,042
2) Secondary Sector	78,573	74,416	56,478	54,244	47,328	41,282
- Manufacturing industry	61,837	56,136	45,279	43,402	36,695	33,436
- Construction	14,534	15,873	9,460	9,353	9,219	6,578
- Mining, Quarry	2,202	2,407	1,739	1,489	1,414	1,268
3) Tertiary Sector	186,305	179,343	163,215	164,566	148,309	145,351
- Trading, Restaurants, Hotels	26,019	27,786	22,789	21,608	21,133	21,509
- Transportation, Communication	17,665	12,722	12,208	11,186	9,826	8,832
- Power, Gas, Water	7,949	6,468	5,339	6,033	5,809	6,095
- Bank, Insurance, Real estate	17,108	16,313	16,029	15,851	14,221	11,234
- Communal, Social Services	114,796	113,574	104,591	107,588	95,718	96,308
- Not specified activities	2,768	2,480	2,259	2,300	1,602	1,373

Source : National industry for statistics and census, based on data supplied by the Nicaraguan Institute for Social Security and Welfare (INSSBI)