

(付資 11)

## コーヒー栽培等に関する試験実績

出所 Investigación para el  
desarrollo del Quindío.



# 1. Paraguaicito試験場の例

## 1-1 位置

Paraguaicitoの試験場はPijao市行政区域内に在り、Verde川の左岸のArmeniaからCaicedoniaへ向かう道路の22km地点から4km内部に入った所に位置し、その面積は約62haである。

## 1-2 リリーフ

同試験場は、中央山脈の裾野に在り緩傾斜を成しており、地域の約3%は起伏を有し、残りの70%の地域は比較的平坦地である。

## 1-3 気候

試験場の標高は1,250mで温暖半湿潤性気候に類し、年平均降雨量は1,816~2,400mmで年間を通じて1月、2月及び6月~8月の乾期とそれ以外の雨期に特徴づけられる。

平均気温は20.4℃と21.3℃の間で2月、3月は22℃、又、7月は22.7℃に達している。最高気温は11月の29.7℃から2月、3月、6月の31.6℃である。相対湿度は年によって78~81%と変化があるが平均的には76%程度である。

## 1-4 土壌

試験場地域の90~95%はモンテネグロ群で占められており調査地の14.92%に当たる。

## 1-5 試験観測

Cenicafé及びParaguaicitoでは、1966年12月からコーヒー（Caturra種）を2m×2mピッチで植え生育状況を観測している。318本を植え、内、55本について30日毎にデータを収集しておりその結果は表①に示すとおり2地区を比較して、生育、生産等に関して極立った差はない。

VALORES FENOLOGICOS OBSERVADOS EN CENICAFE Y PARAGUAICITO

PARA CAFE CATURRA SEMBRADO A 2 x 2 m (1966-1971). SECCION AGROCILO MATOLOGIA.

表①

Edad	Crecimiento en CENICAFE				PARAGUAICITO			
	Altura cm	Diametro cm	Longitud		Altura cm	Diametro cm	Longitud	
			ramas cm	Product- ion a/Ha			ramas cm	Produccion a/Ha
Inicial	34.9	0.550	7.55		40.7	0.693	10.31	
Primer ano	51.0	1.388	37.69		54.5	1.840	25.59	
Segundo ano	68.4	2.034	23.70	222	64.7	2.061	28.99	94
Tercer ano	52.2	1.045	11.83	401	49.8	0.994	11.70	517
Cuarto ano	31.4	0.833	16.56	351	33.8	0.766	15.78	432
Quinto ano	15.7	0.720	15.75	328	10.8	0.673	10.14	214
Total	253.6	6.570	113.08	1.302	254.4	7.023	102.51	1.257

VALORES MEDIOS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS METEOROLOGICOS EN LA SUB-ESTACION DE PARAGUAICITO

Paraguaicito 試験場の気象データ

Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Octubre	Nov.	Dic.	Anual
Evaporación	36.3	41.6	42.4	29.9	30.8	28.6	40.0	38.9	39.0	34.0	28.0	31.2	420.7mm
Humedad relativa	74	74	74	80	80	78	74	74	75	79	81	78	76 %
Mínima absoluta	35	37	33	39	41	38	31	34	34	38	40	38	
Precipitación	90.6	118.0	140.2	297.0	211.2	92.5	59.1	72.3	122.7	295.0	320.8	156.2	1,975.6mm
Días lluviosos	10	12	14	20	19	17	12	12	16	22	22	14	190
Brillo solar	202.3	175.4	171.8	139.9	149.0	161.5	193.7	183.8	154.3	151.1	146.9	176.2	2,006.3horas
Temperatura Máxima Abs.	31.1	31.6	31.6	30.9	30.7	30.3	31.6	31.9	31.9	30.5	29.7	30.4	31.0°C
Temperatura Media Mens.	21.3	21.6	21.6	21.2	21.1	21.2	21.7	21.6	21.3	20.6	20.4	20.9	21.2°C
Temperatura Mínima Abs.	13.9	14.4	14.6	14.8	14.8	14.3	14.0	14.3	13.7	14.0	14.0	14.3	14.2°C

## 1-6 調査地域

### (1) 播種密度

播種密度を2,500, 5,000及び10,000本/haとして調査し、密度の高い方が生産量も高い結果が得られた。現在は1, 2, 3, 4の地区から異った数の本を最高密度で植栽し、最も経済性、収益性の良いシステムを研究しているところである。

### (2) 肥料

窒素、磷、カリを単独もしくは混合して与える影響、又は、完全配合肥料を与える頻度について調査した。その結果、窒素(0, 120, 240kg/ha)の使用量を増すことにより増収を得ることが出来た。現在は磷に代るものとしてコーヒーの果肉の利用可能性について調査中であり、又、Fe, Cu, Zn, Mn等の効果を調査した結果、生産には影響しないことが解った。現在はマグネシウムと硼素の生産効果を調査しているところである。

初年度に与える肥料に関して最初の収穫には、N, P, Kの影響は無かった。又、今後日陰で栽培するBorbón種に関して肥料効果を調査するものとする。

### (3) 密度と肥料

太陽にさらしたコーヒーの生産に関して播種密度組合せ、及び、配合肥料の組合せ効果について調査した結果、密度を高めて肥料配合を増すと高生産を得ることができる。

PRODUCCION ANUAL EN a/HECTAREA PROMEDIO DE 3 COSECHAS (1972-1974)

VARIEDAD CATURRA, PARA PARAGUAICITO.

表②

Gramos de fertilizante por árbol por año	Distancia 1.25×1.25m @	Distancia 1.5×1.5m @	Distancia 1.75×1.75m @	Distancia 2.0×2.0m @	Promedio
200	513	480	388	312	423
400	573	539	464	336	478
600	563	537	509	393	500
800	621	596	440	392	512
Promedio	568	538	450	538	

### (4) コーヒー果肉の散布

播種時に化学肥料としてコーヒーの紋り殻を散布しその効果を調査した結果、コーヒーの紋り殻は初年度のコーヒー生産に影響を与えるものであることがわかった。

(5) 日陰

Tipica, Borbón, Caturra等太陽にさらず品種とバナナの木で日陰をつくり栽培する品種の比較と肥料効果等を調査する。

(6) San Bernardo品種

病気の予防と管理の容易さから、この品種について調査しているもので、生産量はCaturraに匹敵し、粒の大きさはTipicaと同等である。

(7) 砂糖キビ

砂糖キビに関する窒素、燐、カリの3肥料と本地域における各品種の比較調査を行った。

RENDIMIENTO EN CANA DE NUEVE VARIEDADES ESTUDIADAS EN PARAGUAICITO, 1974.

表③

Variedades	Producción media de caña por parcela-Kilogramos	Equivalencia a toneladas de caña por hectárea.
1. PÓJ-2961	656.9	236.7
2. POJ-2878	719.3	259.2
3. CO-419	238.1**	85.8**
4. CO-290	618.4	223.0
5. EPC-48863	590.0	212.6
6. EPC-51150	518.6	195.9
7. EPC-48859	454.3	163.8
8. PR-980	491.4	177.0
9. CL-3848	786.0	283.2

\*\*Ataque de Helminthosporium.

(8) キャッサバ

品種、播種時期、播種密度や収穫量について調査を行なった結果、ha当たり12,800本、19,200本及び25,600本を植えた間には違いは見られなかった。キャッサバは播種後14カ月で収穫できる。

PRODUCCION DE YUCA Y DE ALMIDON EN TONELADAS POR Ha. DE 10 VARIEDADES QUE SUPERARON EL PROMEDIO GENERAL DE 25 VARIEDADES ESTUDIADAS. AUMENTO RELATIVO SOBRE EL PROMEDIO DE PRODUCCION PARA EL PAIS.

表④

Variedad	Yuca fresca Ton/Ha.	Aumento relativo (%)	Contenido de almidón. (%)	Almidón Ton/Ha.	Aumento relativo (%)
Santandereana	110.5	1.414	20.8	23.3	1.365
H-34	101.1	1.296	23.3	23.6	1.388
Blanca No.1	84.5	1.083	25.5	21.5	1.265
Morada	64.1	822	26.3	16.9	994
Pantanera	58.2	746	24.8	14.9	876
Amarilla	50.1	642	21.0	11.7	688
Blanca tempranera	46.9	601	23.3	10.9	641
Imbomba	42.9	550	24.0	10.3	606
Variedad No.2	39.9	512	27.0	10.8	635
Yucón	39.7	509	24.0	9.5	559
PROMEDIO GENERAL	38.4	492	23.7	9.2	541
PRODUCCION EN COLOMBIA	7.8	100	20.0	1.7	100

(9) カカオ

カカオについて、農学的性上及び7種のクローン間交配についての評価法が確立された。

(10) バナナ

N, P, Kを使用したバナナに対する肥料効果を調査した結果、モンテネグロ群においては、収量の増加はみられなかった。

又、全国に見られる燐酸欠乏による黄変も見られなかった。バナナの生産における樹間の研究を行った結果、吸芽数が2~4本のものを2.5m間隔に植栽するのが最も効果的であった。

CIFRAS COMPARATIVAS PARA NUEVE VARIEDADES DE PLATANO ESTUDIADAS EN PARAGUAICITO-QUINDIO(2 años). 表⑤

Variedad	Racimos	Producción (Kilogramos)	Promedio para un racimo			Producción Ton./Ha./año
			Manos	Plátanos	Peso(kgs)	
Pompo	68	1,958.5	11.1	142	28.8	43.52
Dominico	68	1,563.5	8.3	103	23.0	34.74
Tallo	62	1,166.5	7.9	97	18.8	25.92
Dominico-Harton.	66	1,154.5	7.0	49	17.5	25.65
Quindío	64	1,107.5	7.3	51	17.3	24.61
Maqueño	39	571.5	7.7	94	14.7	19.85
Hartón	65	689.0	5.5	23	10.6	15.31
Espermo	68	1,064.0	6.0	64	15.7	23.64
Cachaco	55	507.5	5.6	55	9.2	11.28

(11) その他作物

農牧局 (ICA) が改良したインゲンの品種の内 "Uribe rosado" がコーヒー地帯の傾斜に最も適合している結果となった。

又、展示圃場として、ICAではアグアカテ、マカデミアナッツを、苗木普及物においてはカンナ、インペリアル牧草、くるみ、柑橘類が栽培されている。

キンディオ県に於ける農業研究機関

表⑥

試験研究機関	所在地	機関	試験内容
GRANJA EXPERIMENTAL DE RIO VERDE	RIO VERDE	CRQ	竹果樹の研究
PARAGUAY CITO	RIO VERDE	CENI CAFE	コーヒー、カカオ
EL AGRADO	PUEDLO TAPAO	COMITE CAFE	コーヒー、ミカン
ESTACION NAVAREO	NAVAREO	CRCL	魚、果樹、バナナ
普及関係			
LA BELLA	LA BELLA	COMITE CAFE	普及指導
SENA	SAN JUAN	SENA	普及指導
資料、CRQで聞き取り			

(付資 12)

"FUNDAMENTOS DE ECOLOGIA, Y ALGO MAS" ,1984

キンディオ (QUINDIO) 地方自治法人団体

天然資源開発部門

水資源開発課

生態学の基礎 Luis Fernando Gomez 海洋生物学者

	目次	ページ
1.	生態学の基礎的概念	271
2.	人間と自然界	272
2.1	狩猟と魚獲	272
2.2	牧畜	272
2.3	農業	272
3.	自然に抵抗する人間	273
3.1	侵食	274
3.2	汚染	275
3.2.1	大気汚染	276
3.2.2	水質汚染	278
3.2.2.1	淡水汚染	278
3.2.2.2	海洋汚染	280
3.2.3	土壌の汚染	280
3.2.4	気温の変化	280
3.2.5	騒音	281
3.2.6	殺虫剤	281
4.	人間と自然環境	282
4.1	気候学	282
4.2	植物区系	283
4.3	動物区系	283
4.4	水文学	284
4.5	地学	284
4.6	天然資源開発部門の現在状況	285
4.6.1	水質汚染	285
4.6.2	森林の伐採	286
4.6.3	侵食	286

天然資源や環境は共同の資産である。

それを保護する為には、人々全員の積極的な協力が必要とされ、我々の子孫のためにも、来



る世代にふさわしい環境を築く事は皆の義務であると考えなければならない。

## 1. 生態学の基礎的概念

全ての生物は、これを取り巻く環境から切り離して考える事はできない。

地上の動植物は他の生物集団（バイオシノーズ）や、これ等を取り巻く環境の影響を受け、相互的關係をもちながら生存している。

エコロジー（生態学）は生物と環境の相互作用の研究に携わる学問分野でギリシャ語の「OIKOS」（すまい）に由来する。

現代の生態学は、他の学問分野すなわち物理学、科学、生物学、社会学等の知識を用いて生物集団とそれらの生息地との因果關係の追究を目的としている。

生息地に関しては、生活場所（HABITAT）と生態的地位（ECOLOGICALNICHE）を区別する事が重要である。生態的地位とは生物が住んでいる場所でどんな役割を演じているかに依存するもので、たとえてみれば、生活場所は生物学的な意味で、その生物の“住所”であり、生活地位は「職業」であるといえる。

更に広い意味で、ブラジル人のホセーカストロが述べた様に環境とは、単なる自然の枠や、景色を形成する物理学的要素ではなく、経済や社会の組織化及び生産的作用として表現される文化の成果と自然の要素が共存する場所であるといえる。

環境とは中立的（不偏的）なものではなく、総体的に言えば、社会・政治的、文化的、職業的意義を数多く含む物理的自然の要素と文化、経済的要素によって構成されたものである。

生物圏での生物集団とそれぞれの環境の相互作用、変化、接合を追究する上で、現代の生態学は生理学と同じ位置に焦点をおいていると言える。

結論として、生物はおたがいに作用しあうだけではなく取り巻く物理的、社会的、文化的環境に反応する。生物の集団とその集団を取り巻く環境は、一つのまとまった生態系をつくり上げる。

生態系は平衡状態を保つ傾向にあり、生態系を構成する各要素は周囲の変化や圧迫によって調節される（恒常性、Homeostasis）生態系を研究するに当って個体群におけるエネルギー流が役立られる生態系の組織化が複雑になるほど、システムを維持する為に必要なエネルギー量は多くなる、すなわち生態系を構成する個体群の多様性をあらわす。

地上におけるエネルギー回路は太陽エネルギーによる高エネルギー分子（foton）にはじまり、生体量（bionass）として蓄積される。太陽エネルギーは葉緑素をもつ植物（生産者）によって有機化合物にかわり（光合成）、第一消費者（草食動物）、第二消費者（肉食動物）の栄養素となる。

最後には、細菌や菌類（分解者）による有機化合物の分解によってエネルギーの還元が行われる。

この様な食物連鎖は、一直線につながらず、複雑に結合した食物網を形成する。

## 2. 人間と自然界

人間は他の動物と違い、環境の影響を受ける前に、自ら生活の枠を変え、破壊する事さえできる。その為人間は何度も自然の法則を侵し、人間の生産性を高める為、全ての生態系を単純化させ変えていった。

地球上の全ての生き物を支配する自然の法則を無視し免れようとした秩序なき生活がいずれ生活限度の枠をこえて、ある種のねずみの様に自ら餓死による破壊をまねく事をあらゆる学者は指摘している。

### 2. 1 狩猟と魚獲

原始時代の人間は、果実、木の根、芽等の採集や小さな動物を狩ったり、動物の死がい等を利用して生活し、旧石器時代の後期に狩猟や魚獲の技術と道具を取り入れる事によって略奪にもとずいた新しい生活を営むようになったが、全てが自然の流れの一環として行われ、獲物の絶滅をもたらす事のない動物界の法則に従って行われていた。

今日でも、この様な生活の営みはオーストラリア、コンゴ、アマゾン等で見られる。

人間が直立する様になった事や手を自由に使える様になった事が生活様式を発達させる大きな要因となった。

この新しい生活様式によって自然環境はほとんど影響されず、ドイツ、ベルギー、北米の一部だけ大火災によって荒廃された事が証明されている。この大火災によって、巨大な森林地帯が、人間の生活の支えとして重要な草食動物の生活に最っともふさわしい牧場地帯となった。

### 2. 2 牧畜

人類の進展の過程で起った次の変化は、採集や狩猟の生活が牧畜と農耕へ移行していった事である。

草食動物の家畜化はおよそ7,000年か8,000年前に中近東で初めて行われた。

当時、人類が環境におよぼした最も大きな影響は、森林地帯の後退と草原やサバンナ等広原が拡大された事で、火の使用や無制限な牧畜の飼育は局部的に土壌や生態系に大きく影響した。

### 2. 3 農業

農耕生活は紀元前5,000年に、極東及びメソポタミア地方ではじまり、間もなくヨーロッパ大陸の中央地や地中海に面した盆地まで広まった。

時の流れに従って農耕技術が完成され、農耕地帯は拡張された。

人間は、火の破壊力を利用して、自然環境を大きく変えていった。更に、アフリカ大陸の農耕民族が森林地帯に定住して農耕生活を営んだ為、大陸のサバンナ化が進行したのも事実であり、アフリカ大陸の変化が古代にはじまり、発達した技術を身につ

けていなくても、いかに人間が一つの大陸に足あとを残す事ができるかを証明するものである。アジアでは、特に、マレーシア、インドシナ、フィリピン等で行われた農耕生活によって古代の森林地帯がうしなわれた。

最も高い文明を築き上げたマヤ族が滅びた原因の一つとして火を使用し、無制限な森林の伐採を行った為、自然環境を変えた事が上げられる。

しかし、古代に行われた数々の変化は、工業技術を身につけた西ヨーロッパの民族がもたらした変化と比較すれば、極限的であったといえる。

### 3. 自然に抵抗する人間

人類の出現以来、人間は自己破壊的な行為をくり返して来たが、周囲の環境にもたらす影響は非常に狭い範囲で行われていて大きな自然の崩壊は古代の大きな文明の発生地に限られていた事が証明されている。

ヨーロッパ人による「地理上の発見」の時代の訪れとともに、世界各地が緊密にむすばれ、豊富な資源に恵まれた未開発大陸の発見は多くの人々をアメリカ、アフリカ、オーストラリア等の大陸へ移動させ、古代には見られなかった大規模な開発作業が爆発的に展開されることになった。

今日に至るまで既に120種の哺乳類や150種類もの鳥類が減びていった。これらの大きな動物の群集の他に目立たないが、生態系の一貫として重要な役割りをしていた小さな生き物が消えて行った事を考えなければならない。この事も生態学上同等の重要性をもっている。

15世紀の末期にはヨーロッパ大陸の森林は大変悲惨な状態にあったが、初歩的な工業の発達とともに、その問題はますます深刻になっていった。新しく開発されたガラス工業、鑄造工業、精練工業、鉱山内の抗道の土留め等には、木材が欠かせない材料であった為、森林の伐採は更に進められていった。

また次々と戦争が行われた時代でもあったが、故に戦争の為の船を築造したり疲弊した国の再建のため、木の需要量が増え、森林地帯は、更に崩壊する事になった。

そして後に合衆国に独立をもたらしたHampton Roads戦で金属製の船が優秀である事が証明された時は旧大陸の素晴らしい森林は既に破壊されていた。ヨーロッパ大陸に人間がもたらした大きな弊害の一つは森林地帯の伐採であった。そしてこれが長い年月に渡って繰り返され、一部の動物集団は変化の少ない限られた土地に避難の場所を求め、他の動物は新しい環境に適合していく様になった。ヨーロッパ大陸による最も大きな影響を受けたのは、肉食動物でライオン (Panthera leo) は一世紀には既にこの大陸には存在しなかった。反芻動物の中ではBos primigenusやBison Bonotus等の野牛類が最も早く減びていった。

人間は狩猟生活によって大きな動物が減少する直接的な原因となったが、その他、さまざまな手段で環境に変化を与えていった。その結果として連鎖的に起こった変化はとてつもなく大きなものであった。

17世紀にイギリス人による米国の植民地開拓が始まった頃、アメリカ大陸では、ほとんど乱される事なく、従来の住民であるインディアンは環境と調和した生活を営んでいたが後に行った人口増加と人々の移動によって自然環境は急速に変えられていった。およそ170,000,000ヘクタールの森林地帯の内100,000,000ヘクタールが既に破壊され、その中のわずか7%が古代住民によるものだと言われている。

南米も数年前までは、自然環境が保たれた数少ない地域の一つであったが、近年に於て、森林の伐採が急速に進められた為、森林を生活の枠とする動物達は目紛るしく変化していく環境に適合していく事が出来なくなった。

大自然の保全及び天然資源の破壊問題を分析するに当って人口の過度な増加を無視する事はできない。人口の増加現象はある種の昆虫やねずみの異常な繁殖に類似すると一部の生物学者や自然学者等は言うが、無意識的行動、宗教、道徳、社会的概念が複雑に絡み合った人間に関しては、問題をそう単純にとらえる事はできない。近世の訪れとともに行った、特に1850年以降の人口の急激な増加は死亡率の低下と工業の著しい発達をもたらした生活水準の向上に機縁するものである。工業革命以前の人間は収穫量の増加や減少に対応できる様、自ら節制をしたが、技術を身につけた現在では、人間は地球全体の支配者となって行った。結果として人口の爆発的な増加をもたらしたし、もともと不安定な状態にある食糧の供給と消費者とのバランスを更に脅かす事になった。現在における人類は慢性の栄養不良や蛋白質、ビタミン等栄養素の欠乏によって危機におかれているが、それは単なる人口の増加によるものではなく各国、各地方に於いて社会、経済、政治的問題に由来するものである。

更に食糧源や、その開発に用いられている各技術が完成され、多様化していく中で都市化が進められ、人間が生活していく上で必要とされる生活空間の面積が広げられていき、耕作地に当てられていた土地の面積が狭くなっていった。1970年から2000年の間に、ヨーロッパに於ける、空間 (vital space) の需要面積は、今までの2倍に達して、人口も2倍に増える事が予測される。即ち、一代に於て、都市の面積が4倍も広くなる事になる、それに都市への人口移動が加算されるとなると問題は更に深刻になる。

### 3. 1 侵食

土は天然資源の中で最も貴重な資源の1つである。地上の生物は全て地球の表面層に依存して生きている。土は独自の法則に従って形成され、岩石圏と生物圏と深くかかわり合いながら変化している複雑な環境である。土の形成にかかわる流動的要素は、同時に土を破壊する要素にもなり、この流動的要素による表層侵食を自然侵食という。

自然侵食は長い年月に渡り、侵食された土地には、他から雨風等により、新しい岩石の粒子や他の要素が運ばれ、復元され、徐々に肥沃度を高めている。

この自然の流れに直接的、あるいは間接的に関与して人間の破壊的な土地管理によ

る高速度な人工侵食が行われている。

風の影響で土の粒子が吹きとばされたり、砕かれたりする事を風化というのが侵食要素として最も重要なのは水である。

水による侵食は、板片状侵食だけでなく arrollo や荒地の形成等もこの作用によるものである。

土地は多くの場合、それら全ての要素の影響を受けて侵食される。自然の生態環境が人工的に作り出された環境よりも侵食要因に対して耐久力が強い事は周知の通りである。

土壌の保全性を考えた場合、季節植物に断片的に覆われた土地は、侵食を受けやすいが、自然環境における雑森林は土壌中で水分を保持しようと薄い網状に根を張り巡らせている為、溝の形成を防ぐ効果がある。

Fulton (1947) は重さ 1 kg 約 1 m<sup>2</sup> の苔の重量が雨の後では 5 倍にも増える事を観察した。

人間による農耕作業が行われた土壌は表面がむき出しの状態ですら雨風にさらされている上に、溢水の流れによる侵食を受ける。むき出しになった土壌での水分蒸発は、自然の状態に比べて 3 倍も大きい事が証明されている。そしてこの条件下におかれた土壌は、熱を多く含み、太陽光線とともに土壌中の有機物層に悪影響を与える事になる。

過放牧や誤った土地管理が日常的に全世界で行われている事は、侵食の問題を更に深刻にしている。

単作農法は、自然の枠の中にあてはめられた生態系を単純化し、一種類の個体に適した環境を作ってしまう事により生態系を乱している。

多面耕作は、数種類の作物を回転よく栽培する事によって土の持つ生産力を徐々に取り出し、吸収された栄養分を土壌が復元する時間を与える耕作である。

人間は、徐々に土壌の適応性について考えるようになり、重要な食糧源をもたらす天然資源としての土壌は常に変化し続けており、その変化に逆らうことは出来ないことを認識しはじめた。

多面耕作における正しい作物の回転法というのは、土地に復元する機会と時間を与えるように階段を踏んで行なうものである。最後にロシアの専門学者等が統計的資料に基づいて計算したところ、地上の侵食を受けている地域は約 70 億ヘクタールであり、これは農耕地域全体の約半分に相当する。

### 3. 2 汚染

昔から川や海は人間にとって不要となった残余物を廃棄する場所とされ、日常生活や工場等で生じる廃棄物の量と、自然界で分解処理可能な量の割合はバランスよく保たれていた。

現在では、何の加工もされないまま人間によって無差別に廃棄される残余物は自然界で消化しきれない量になってしまった。そしてそれは環境を汚染する原因物質となり、人間同様、自然界を脅かす要因となっている。

環境汚染とは土壌、水質、大気等の自然環境に悪影響を与え濃度を増し、蓄積すると動植物や人間の健康を害し、生態系の機能を妨げる異物が自然環境に混入される事をいう。

環境汚染のことを公害 (Pollution) とも言うがこれは主に環境中の汚染物質が人間の資源利用を妨げる濃度に達している場合に用いられる。

汚染というのは生物学的概念に基づいた表現であり、Pollutionとは衛生学的概念に基づいた表現である。

先進国に於ける汚染問題は、第3世界の国々の汚染問題とは異なった特徴を有する。人類学的見地からすれば貧困こそが発展途上国に於ける最も大きな汚染因子であると述べたコロンビアのある大統領の表現が当てはまる。しかし、今日では技術の進歩と将来計画の革新により、全世界の経済は向上することが保証されている。技術、工業、汚染は、全て同等で同じ意味を持つ言葉とされている。

平等で向上性豊かな社会の建設は全ての人々に十分な食糧、住宅、福祉、教育、休養を提供する対策を必要とするが、そのためには従来を大幅に上回る生産量と平均のとれた生産物の分配供給が必要となる。先進国における社会構造、経済様式も見なおされなければならない。結論として、発展途上国では、消費者による環境浄化費用の出資が不足しているため、先進国に比べ汚染環境破壊は高速度で進められていると言える。

### 3. 2. 1 大気汚染

1860年に石炭を主な燃料源として使用していたイギリスで、SO<sub>2</sub> (二酸化硫黄) による大気の汚染が見られたことを除けば、大気における組成の変化が問題にされはじめたのは比較的最近のことである。

大気汚染物質は、それを排出する源泉によって2つに分けられる。

- ① 固着性汚染物質 ・工場 (工業)
  - ・種々の物質の燃焼
  - ・建設
  - ・築造物の取り壊し
- ② 流動性汚染物質 乗物・飛行機・船・自動車・電車、中でも最も多様で問題となるのが工業汚染で、次の様に分類される。
  - ・粒子状汚染物質 (紛塵, 灰, 煤煙) ・スモッグ・オキシサイド (硫黄, 炭素, ちっ素, 重金属) ・霧・ガス体・アルカリ・酸性成分・アルデヒド・塩酸・溶剤・揮発剤

大気汚染物質	汚染物質の排出源	効果・作用
硫黄酸化物 硫酸	工場の発電所や家庭で使用される燃料から生じる煙。	呼吸系の疾患を悪化させる。 石灰石の建築物、金属、合成繊維の腐食。
固型性 汚染物質	製鉄所、セメント及びアスファルト工場、発電所建築、焼却（燃焼）等	環境中に二酸化硫黄が存在すると、呼吸系の疾患を更に悪化させる。 可視度を低下させ、太陽光線の入射を妨げる。
一酸化炭素	不完全燃焼（特に鉄材の）により生じる。	血液中の酸素の運搬が妨げられる。ヘモグロビンと酸素が結合して生成されるオキシヘモグロビンの生成が阻害される。
ちっ素酸化物	工業設置・溶鉱炉、焼却炉、山火事等で生じる	呼吸系疾患の原因と成りうる。 （例えば新生児の気管支炎） 大都市のスモッグを形成する。
二酸化炭素	あらゆる物質の燃焼や工業のエネルギー生産の過程で生じる	このガスは、地表の温度を上昇させる効果がある為に、地表の化学構成や生態系を乱す可能性がある。
水銀	塩素やアルカリ成分の生産工場、発電所、塗料工場、紙粘土の生産により生じる	食料品、主に海産物を汚染する物質で神経系を汚す毒性の高い物質。
鉛	鋳物工場で生産され、殺虫剤、爆音防止剤の原料となる。	新陳代謝及び酵素に影響を与える。

植物への影響を考える上では燃焼が最も重要である。建築物の建設や取り壊しは、大量の粒子状汚染物質（粉塵）やタールの溶解によるスモッグを生み出す。

自動車の排気ガス中の汚染物質の量と性質は、使用燃料によって異なるが性能の良いエンジンによって排気ガスは減少させることが出来る。

ここで特にエアゾールについて述べておく必要がある。エアゾールとは、コロイド状の懸濁液で、その構成成分やコロイド粒子の大きさ、重さにより、大気中である程度浮遊状態を保つことが出来る。エアゾールによる問題は、太陽光線を吸収し、分散

する事により、地上の温度を上昇させるという事である。このエアゾールの効果を「温室効果」と言い1990年以降、深刻な問題をもたらす因子として世界中の科学者の注目を浴びている。

### 3. 2. 2 水質汚染

水質汚染は、古代から問題とされてきたもので、Zeud Avestaや聖書には既に水質汚染について記載されている。

古代エジプトを襲った10種の災害の1つにナイル川が血の海に変化したという伝説があるが、これはおそらく栄養素の供給の増加に併った水底の植物層の（特にPlantas dinoflageladas及びalgas pardas）異常繁殖によるもので沿岸線に押し寄せる「赤潮」に類似したものであった考えられている。

#### 3. 2. 2. 1 淡水汚染

淡水汚染は、2つの機序により起こる。

- ① 人口の増加と都市化に依存する場合
- ② 工業の発達に併い、水の需要量が増え、種々の化学物質の生産過程で生じる第2次生産物を大量に川海へ垂れ流すことにより起こる場合。近年では郊外の都市化が進められた為に、大きな工場地帯が不適当な場所に位置することになり、汚染問題を更に悪化していく傾向にある。淡水汚染をまねく要因の1つは、日常生活で生じる排気物の放出である。排気物の加工処理技術が完成され、多様化された現在でも、費用が膨大な為、実際に適用されている都市は限られ、利用されていない都市も多い、もともとこれらの加工処理技術の開発は最終的には都市の美化と衛生状態を保持する為の手段であり、生態系の破壊を防ぐ事を目的としたものではなかった。

都市に於ける水質の汚染は、2つの結果を生み出す。

- ① 有機物を分解する微生物は、その過程に多量の酵素を要する為に、この分解が盛んに行われる時期には、水中の酵素は、限界付近まで低下し、水中の生存を脅かす。
- ② 下水等に大量の排気物が流された場合に、この排気物が一種の肥料となり、水を混濁させ、複雑な食物連鎖の入りくんだ生態系が形成させた泥沼に変わる。

これらの現象を文明的富栄養化（cultural eutrophication）といい川、湖、池など起こる場所によって性質は異なる。

川の場合栄養不足の状態（川底の石や砂が見えるほど水が透き通り食物連鎖は単純）で山から流れてくる流速の早い冷たく透き通った水が富栄養性の（流れが遅く、沈殿物を多量に含み混濁した水）川になるまでの過程を表わす。

湖や池の場合沈殿物の蓄積によって湖や池が埋まってしまい復元不可能な状態になるcolmatacionの過程を表わす。

日常生活で生じる排気物は藻類の繁殖を来し、そのために水の浄化と環境の美化に



かかる費用は多額のものとなる。

酵素入り洗剤の普及による影響は、まだ十分検討されていないが多量の酵素の蓄積は、生態系を乱し、従来の汚染問題を悪化させる要因となり得る事は言うまでもない。特に水の浄化が行われるプラント等で重要性を持つ。また最近消費量が増加しつつある合成洗剤の引き起こす影響の重要性を強調しなければならない。合成洗剤は泡立ち効果があり表面張力を低下させる乳化作用があり、これは水の酸素を妨げ、微生物による腐殖を抑制する。

泡が大量に生産されると魚類やある種の植物に対して毒性を有する様になる。工場排棄物は、一般に毒性が強く、水中生物を死滅させるので殺菌剤として用いられる事もしばしばある。

銅、亜鉛、水銀、銀、ニッケル、カドミウムを成分とする塩類は魚類の呼吸器系粘膜に作用し、ガス交換を妨げ死滅させ、同様にシアン化合物、溶解性の硫黄、アンモニア及びその副産物等も呼吸器系に影響を及ぼす。

工業による汚染の要因は多様で、原料の性質や、生産過程によって異なる。

工業による汚染の要因

	汚 染 要 因	原 因
有毒性の強い化学物質	有毒性の鉱物（金属化合物炭素化合物、酸性物質、アルカリ性物質）や有機物（フェノール類、炭化水素、界面活性剤）	工業施設が垂れ流してしまう。
化学物質による慢性的な汚染	フェノール類、炭化水素、工場生産排棄物、除草剤、害虫駆除剤、合成洗剤	工業生産によって生じる。 （精製所、プラスチック、ゴム工場、ガス工場、コークス工場、材木工場、タールの精溜所）
生物による汚染	腐殖された有機物	都市生活から生じる排棄物セルロース工業（製材所、紙工場）繊維工場  食料品工場（ビール、缶詰、砂糖、乳製品の精溜及び加工、家畜の屠殺等）、革製品工場
物理的汚染物質（放射性物質）	核利用による放射性排棄物。	原子工業 無制限に行われる道路設置。
機械的汚染物質	固定された固形物質	抽出工業、鉱物の洗浄、泥さらい
温度汚染物質	冷凍、冷房器の水を垂れ流し、河川の水温を上げる	発電所、クーラーの設置、原子炉、精製所、その他の工場

### 3. 2. 2. 2 海洋汚染

海は元来、あらゆる排棄物の排泄溝の役割りを果してきた。海水は、その膨大な容積により、簡単に排棄物を分解し、希釈できると長年に渡って信じられてきたが、現状は数多くの海域が危機を迎えている。そして海中の生態系の乱れに最も早く影響を受けるのは人間である。生物の群集の構成や質によって汚染度は異なり環境上多種の生物が生存できない環境下では、耐久性の高い生物のみが生きのびる。確かに常に流動している海により、大半の排棄物は希釈され、無害物質にされるが、海水に不溶の炭化水素（石油系）は、水面に膜を作って残留する。

海水の汚染問題は、およそ40年前に始まりBlumar（1970年）の説によると世界中の海域、特に沿岸に流される石油は、1億トンにも達するとされている。石油の合成成分は多様で精製されていない原油は何千種類もの成分から成っている。また原油によって精製された石油の成分は異なり、問題を更に深刻にしている。

微生物による分解作用は選択的に行われる為、各成分がそれぞれ対応する微生物を必要とし、さらにその分解過程で生じた中間物質を分解する微生物も必要となる。

石油の流出に起因する問題は、現在まだ十分に対策がたてられていない。Treyキャニオンの石油汚染の場合、沿岸に流出した石油は、世界中の海洋のほんの一部を覆ったにすぎなかったが、厚さ2cm以下の薄い膜を形成し、蒸発、沈下し希釈されたにもかかわらず、多くの海中の生物を死滅させ、界面活性剤を用いても取り除くことは出来なかった。また、石油は生物の腸壁から吸収され、体内の脂肪組織に溶解され、貯蔵される為、その濃度は植物連鎖を通じて更に増加していく。

### 3. 2. 3 土壌の汚染

生活の向上に伴い、人間の物質利用が増え、その結果、排棄物の量が増加されてきた。合衆国で人間1人が一生を通して消費する物質は、発展途上国の人々の50倍にもなるとされている。物質は完全に消費されるのではなく、使用后、排棄物として環境に戻されるにすぎない。この様な現象の増加によって、大きなゴミの集積場や広い排棄物の貯蔵所の設置が必要となり、その結果、景色の美しさをそこない悪臭に満ちた病気の発生地となる地域が出来、土壌の汚染が起る。ゴミは捨てるためだけでなく処理されるために回収されるのだということを強調して言いたい。そして目に見えないゴミは無害であるという概念は消されるべきである。

### 3. 2. 4 温度の変化

余熱は工業（特に発電、原子力発電）の一連の副産物として生み出される。内燃機関や日常生活で使用される暖房による余熱は、大気中に分散し、特に問題となることはないが工業施設や原子力発電所等で生じる熱は、水に大きな影響を及ぼす。

余熱は特殊な汚染物質である。季節による温度の変化というのは水特有の性質で、

水中に生息する生物はこの変化に適応する能力を身につけてきた。しかし、赤道付近熱帯地域の生物は生存し、繁殖が可能な限界に近い水温中で生活している為に余熱による影響を最も受けやすい。また温度の変化は、有害物質の毒性を高めたり、還元作用の速度をはやめる為、軽度であった環境汚染を悪化させ、生態系に直接影響を及ぼすことになる。

### 3. 2. 5 騒音

騒音とは、人間に好ましくない音の事であり、聴力や労働力の低下をきたし、会話を妨げる。騒音の防止は、発信地をつきとめ、その性質を見極めた上で計画的に行われるべきである。

### 3. 2. 6 殺虫剤

有害な動植物をコントロールする手段として人間は自然環境に属されない化学物質を導入した。DDTなどの有機塩素農薬は、1940年以降使用されてきた除草駆虫剤である。1974年にこれらの物質はドイツのZelanderによって発見されたが長い間その効果が知られていなかった。人間は、これらの農薬を使用することにより多くの病原菌をコントロールし、作物の収穫を増す事が出来た。食糧生産の面で人間は大きな進歩をした事になったが、この使用が無制限に行われたため、自然環境に振りまかれたため、農薬は、有害成分として、人間をはじめ土壤に影響を及ぼし、生態系の生物群を無差別に破壊していった。

現在では、800,000トンを上回る農薬が生産されている。それらはその化学構造にもとづき3種類に分けられる。

- a) 鉱物性農薬・主にヒ素、フッ素化合物
- b) 植物性農薬・ニコチン、ピレトリン (piretrina) ロテノナ (rotenona)
- c) 合成有機物・最も重要なグループでその作用により、接触性 (皮フから吸収される) 内服性 (消化系で吸収される) 吸入性 (呼吸器系で吸収される) の3つに分けられる。

フランスで、まるはな蜂を駆除する為に塩素を使用し、駆虫キャンペーンを行った時、同時に双翅類と膜類が48%及び2%減少した。(Grison & Lhoste1960年)

魚類は、神経系 (中枢神経、末梢神経)、呼吸系、新陳代謝等に影響を受け、機能障害を起こす。

鳥類の場合、繁殖期に蓄積され、不妊症の原因となり、人間に対しては内分泌系に蓄積され、発ガン効果を表わすことがある。これらの農薬を大量に使用すると、部分的に土壤の無益化をきたしたり、ちっ素の固着を妨げたりする。更に最近では、これらの農薬に耐久性を持つ変異種が出現し、農薬の効果は著しく減退した。

自然環境がその中に生息する生物群を完全にコントロールする事は、不可能である

が、開拓とは次の2つの意味を含む。

- ① 生物的コントロール・自然環境の一部として存在する害虫の捕食動物や病原菌を利用して行われるもので最も良いとされる方法である。他に害虫のオスに変化を起し、繁殖を抑制する方法も効果的である。
- ② 総合的コントロール・同時にいくつかの技術を用いる駆虫法で有用な生物群は残し、農薬は、自然の防衛能力でおぎなえる程度の量を使用する。

#### 4. 人間と自然環境

コロンビアの植民地時代の記録には、「我地方は、非常に豊かで巨大な森林には数多くの動物が生活し、透き通った河川には無数の魚類が住み、発達した農耕技術により、多くの部族が定住している」と記載されている。400年経過した現在では、その多くの土地は、砂漠と化し(Boyaca, Guajira, Huilla) 森林は伐採され、無計画に行われた狩猟の為、多くの動物が滅亡し、川は病原菌、害虫、悪臭の発生地となり、下水渠になってしまった。コロンビアの民族は、歴史、経済、社会的理由で中央部、アンデス山脈地帯、太平洋沿岸に定住し、伝統的に森林の破壊的な伐採を行なって進展としてきた。それは、Quindio地区首都アルメニアのシンボルとして「薪と芹」が選ばれたことを見てもわかる。このシンボルは今日、過ぎ去った時代を代表するものとしてとらえ、今後は、破壊を意味するのではなく、自然を保護し、保全してゆく民衆のシンボルとしていきたいものである。

現在、毎年600,000ヘクタールの森林が伐採されているがそのうち400,000ヘクタールは、新しい植民地の開拓によるもので100,000ヘクタールは薪、燃料のためであり、残りの100,000ヘクタールは、麻薬の栽培、密輸の為の破壊である。

Quindio地区はコロンビアの西部中央に位置し、北緯 $4^{\circ}4'$ から $4^{\circ}44'$ 、東経 $75^{\circ}26'$ から $75^{\circ}54'$ 、西にアンデス山脈、境界線とし、高度はPuerto Alejandriaで海拔1,000mでParamo de Chileでは海拔5,115mである。

##### 4. 1 気候学

Caldas-Landの分類に従ってQuindioの気候は次の様に分けることが出来る。

###### 4. 1. 1 TSH

温暖で湿度は適度の気候。全体の40%をしめるこの気候は、Valleの境界線に近い西部をおおっている。この地域は海拔1,250mで年間の降水量は1,936mm、平均気温は $22.2^{\circ}\text{C}$ である。

###### 4. 1. 2 TH

温暖で多湿の気候。TSHからQuindio地区の東へ海拔2,000mに達する地点まで広がる。全体の20%をしめ、年間降水量は2,331mm、平均気温は $19^{\circ}\text{C}$ である。

###### 4. 1. 3 FH

低温で多湿の気候。海拔2,000m~3,000mの地点まで広がり、年間降水量は2,200mm

平均気温は14℃で全体の25%をしめる。

#### 4. 1. 4 PPH

山脈の荒地アンデス山脈の峰の気候で海拔3,000m以上の高さに位置する地域で年間降水量は1,800mm平均気温は7℃で全体の15%をしめる。

#### 4. 2 植物

植物は各気候に適した種類がそれぞれ繁殖し、植物群を形成する。

##### 4. 2. 1 熱帯乾燥気候の森林 (BS-T)

Tebaida, Montenegro, Quimbaya市を含むQuindio地区の北東に位置した地域でその地形はわずかな起伏とゆるやかな斜面のある平原で自然植物はほとんど損失された典型的な牧場地域である。

##### 4. 2. 2 亜熱帯湿潤気候の森林 (bh-st)

Quimbaya市, Montenegro市, Armenia市, Calarca市, La Tebaida市を含む地形は変化に豊み中央部ではアンデスに向けて様々な傾斜の斜面やゆるやかな坂が見られる平原地域で、限られた狭い地域に種々の植物が見られる。

##### 4. 2. 3 亜熱帯多湿気候の森林 (Bmh-st)

Filandia市, Salento市, Circasa市, Cordoba市, Buenavista市, Pijao市, Genova市, Calarca市, Armenia市を含む。地形は起伏があり、入りくんでおり、川や湖の周辺には小さな森林地帯がある。

##### 4. 2. 4 湿度の非常に高い森林地帯

中央東部からアンデス山脈の傾斜にそって広がる大変起伏に豊んだ地域で急激な斜面が多く見られる。

##### 4. 2. 5 山岳地帯の雨林

山脈の峰を覆う樹木でSalento市, Pijao市, Genova市を南北に縦断する地域。地形は急激な斜面、山狭が多く、特有のこんもり茂った樹林に覆われ、土壌表面は豊かな苔が覆っている。そして積雪のあるふもと付近に近づくとこれらは減少していき、雪溶けの水はQuindio地区の肥沃な土に流れていく。

#### 4. 3 動物群

Quindio地区の限られた狭い地域には次のような動物が生息している。

代表的な爬虫類は、蛇類 (granadilla, lomo de machete, cabeza de corbado, coral mataganado) とイグアナである。魚類に関しては、CRQの調査の結果6科, 19群, 21種もの地域特有の魚が生息していることがわかった。

又、Quindio地区の湖は養殖も行われている。

鳥類に関しては、人工的につくられたコーヒー畑が森林のかわりとなり、食糧を与え、保護するかたちとなっている為多くの種類が生息しており、Quindioには416種類

が生存する。

#### 4. 4 水文学 (陸水学)

Quindioには大小多様の河川があるが、その水量は少なく、大半の川は東西にQuindio地区を横切っている。主要な川はQuindio川でアンデスの中央山脈の西側、起伏の激しいGuayaguilの溪谷を起点とし、65km下流のDel Valle地区と接する境界線でBarragan川と合流しLa-Vieja川を形成する。その他、主要な河川はEl Navarco, Roble, Santo Domingo, Rio, Verde, Rio Gris, Rio Rojo, San Juan, Espejo, Quebrada, Buenavistaである。

Quindio川は、アルメニア市の水源として利用されるだけでなくCalarcaとArmeniaの民間会社によって設立された水力発電所のエネルギー開発源として用いられる。その他運搬されてくる石、砂、じゃりは建築材料として利用される。各地域の水は、雨、雪どけ、露、溜池、地下水によるものだがQuindio川の場合は、雨と露によってその水は供給が満たされている。Quindio川の水量は、一年を通して平均を保ち、雨の多い季節はもちろん、他の時期においても極端な干ばつになることはないが降水量によってはっきりと4つの時期に分けることができる。

- a) 1期 (1, 2, 3月) やや乾燥ぎみ。
- b) 2期 (4, 5, 6月) 降水量はやや多い。
- c) 3期 (7, 8, 9月) 一年中で最も乾燥が激しい。
- d) 4期 (10, 11, 12月) 一年中で最も降水量が多い。

#### 4. 5 地学

Quindio地区の地形の構成は非常に単純である。東部から南部にかけてコロンビアの中央山脈が連なり、西部から北部にかけては、斜堤が広がっている。この間には、土地の中央部に岩石の露出した地域があり、それらの岩石は、内縁岩、gabros輝緑岩、蛇紋岩、雲斑岩等であり、はっきりと見分け、区別することができる。斜堤の鉱物層も、溶岩性鉱物とLa Vieja川周辺の第3期の大陸性沈殿層、そして東側の山岳地帯のふもとを覆う泥の流動によって形成されたconjunto, piroclasicoの2種類の鉱物層に区別できる。

Quindio地区の地層構造で一番の特徴は、Romeralの断層である。この断面は、コロンビアを南北に走り、Filandiaの西側からQuindioに入りモンテネグロ市を横切りながらQuindioを通過し、Espejo川に沿ってQuindio川とBarragan川の合流地点付近でValleに達する。

Nevada del Quindioの南部からはアンデス山脈の峰を境界線としてQuindio地区とTolima地区とに分けられる。この最高海拔は5,000mで南部に行くにしたがって高くなっている。中でもCorozal, Chuzo, Morro, Gacho, Pisco, San Simol, Campanario, Diam-

ante,Chiliの山々は特に目立ち、最後の3つの山はCumbancoの荒れ地と呼ばれている。

古生代に変成によって形成されたアルプス中央山脈は「Cujamaraの連なり」と呼ばれる。180 km<sup>2</sup>もの広域にわたる斜堤もまたQuindioの特徴である。この斜堤は新生代にLa Vieja川と中央山脈の噴火によって生じたもので、灰色の石灰、石炭岩、石炭岩性の砂岩、粘土性の砂岩等が混ざり合って出来たものとされている。

Quindioの斜堤は, Armenia, Calara, Montenegro, Circasia, Tebaida, Quinbaya, Finlandia, 面積にして640 km<sup>2</sup>の地域である。斑状の安山石とflagioclaraのfenocrystalのマントは、第3期に起った火山活動で形成され、Plio-pleistoceno時代に再びfenocristales de plagioclaraやenhedradaks, 焼石状のmaterialesを含有することになった。そして最後にpleistoceno期の火山活動で噴出されたtovas de lapilliと火山灰で全体が覆われた。最終的に5回に渡って起ったceneritasの蓄積によって全て包まれた。

#### 4. 6 天然資源開発部門の現在状況

前世紀の末期までQuindio地区は、原始的な状態を保っていたが、土地の植民地化が進められて、人々が定着するようになり、Calorca, Armenia等、都市を形成していった。初期の頃は、この土地を放牧地にする為、無差別的な森林、灌木の伐採が行われた。この過度の開拓活動は、水源や斜面の多い土地の自然保護力を除いてしまうことになり、侵食の問題を引き起した。更に人々は食糧を得るために過度な狩猟を行ったので動物大半が滅亡し、残されたわずかな生き物は、人間から離れた限られた自然の中で野生的な生活が出来るように移動していった。

生態系関するQuindio地区の問題は、水質汚染、侵食、森林の伐採である。

##### 4. 6. 1 水質汚染

Quindioの水質汚染には2つの原因がある。1つは都市の排水による汚染でもう1つは農耕地域でコーヒー加工の際生じる排液による汚染（農耕、森林における水質汚染）日常生活から生じる汚染は、都市と農耕地域で異った特徴を有する。都市に関しては、洗化にかかる費用が膨大で設置も少なくエネルギーや飲料水の供給などの方が重要なので、解決はむずかしい。そこでCRQのような組織への政府からの援助が必要となる。農耕地域における汚染は、各個人を中心に解決されなければならない。各農場で下水溜めや水盤を作っていく事が重要とされるが、全ての農場を監視することは非常に困難なので人々がこの問題を認識し、必要な対策を各自が行なっていくことが大切となる。CRQは、水溜の設置に関するマニュアルを出版し、必要に応じて技術的な援助を行っている。全体的に見るとQuindioの現状はかなり良いが、いくつかの山狭地域では、まだ大きな問題として残されている。それらの地域では収穫の時期になると、川は大きく影響される。エスペホ川に関しては、約1.5kmの長さの川である

がアルメニアの下水の75%を受け入れる為、化学的、細菌学的に非常に悪い状態に陥ったため、新しく都市化されていくアルメニアの各地域で、下水が処理される事をCRQは強く要求した。EPA、民営企業と契約を結び、都市の排水処理に必要なプログラムを作る事を要求している。

#### 4. 6. 2 森林の伐採

前にも述べたようにQuindioの主な森林や竹やぶは、無制限に伐採されていった。現在では森林の開拓はコントロールされ、監視されているが人員が不足しているため、不十分である。各個人がこの問題を自己の問題とし、保護者として天然資源をおびやかす作業を全てCRQに報告することが必要とされる。自然環境の保全は、すべての人々に関わる事で各人の義務であり、全ての人々の参加なしでは行う事は出来ない。同様にすべての社会層に木を植えるように呼びかけているCRQもこの実現のため、みずから大竹を植えている。

#### 4. 6. 3 侵食

ここで特にyuca、いも類の栽培について強調したい。いも類の栽培が盛んになってきた割りに、適切な農耕技術が導入されていないためQuindioの広い地域でその栽培はおびやかされている。その解決のためには、各施設間の委員会が結成され、その委員会はyucaの栽培技術や土地の選択を導入する規則を提出した。水質の問題が最も重要であるためその解決に最も力を入れ、あらゆる手段が用いられている。

##### 4. 6. 3. 1 直接的手段

主に溝を修正し、ガケくずれや、水溜の形成を防ごうとするものである。そのためには次のような処置がとられている。

- A 溝のうめ立て
- B 傾斜を平らにならす。
- C 水力エネルギーの消散をするための防壁を作る。
- D 植物層を作る。

##### 4. 6. 3. 2 間接的手段

主に自然破壊を予防するもので等高線栽培、多面耕作などの適切な農耕技術の導入によって行われる。



(付資 13)

## コーヒー処理水について

DIVISION DE RECURSOS NATURALES

SECCION AGUAS



DIVISION DE RECURSOS WAMALES  
SECCION AGUAS

1. コーヒー加工用水

1-1 キンディオ県におけるコーヒーの加工

(精製) 手順

実の取り入れ：熟したコーヒーを選び手で摘む。

果肉とり：潤滑剤および果肉搬出手段として、水を用いて機械で豆の選別をする。

発酵：不溶性の粘液を可溶性のペクチン酸カルシウムに変換（発酵）させて除去し、アルコールや、酢酸、乳酸、プロピオン酸及び酪酸などの酸に富んだ廃水を生成する。

分類：多数の農場が洗浄後、水を使って（豆の）分類を行なっている。

乾燥：天日で、あるいは燃料としてA. C. P. Mや炭を用いて乾燥させる。

(表-1-1)

出 典	消費量（薄皮つき コーヒー1kgに対するℓ）
ブラウドン（ケミア）	51-76
オロスコ（コスタリカ）	17
ネメロン（M. S. A）	21.7
マヤ・ルイス・フェルナンド （コロンビア）	30-40
アマヤ・デ・レオン （エル・サルバドル）	8-25
マヌアル・カフェテロ （コロンビア）	20
アンティオキア・コーヒー 委員会（コロンビア）	75
トリマ・コーヒー委員会 （コロンビア）	86

## 1-2 水の使用量と供給源

表1-1からわかる様に、水の消費量は各地で大きな違いがある。

この大きな違いは、水の得やすさ、料金の高さ、加工に携わる人々の訓練不足などによるものである。

水の供給源には次の様なものがある。

- a 県コーヒー委員会及びI.N.A.Sの農村水道 (25%)
- b 都市水道 (8%)
- c 地表水 (60%)
- d 井戸及び水槽 (2%)
- e 雨水 (5%)

なお、上記の値は推定である。

## 1-3 廃棄物の性質

### (1) 固形廃棄物

コーヒーの殻または果肉は、その物理化学的特性から、土壌の肥沃化や土質調整および、動物(牛や魚)の飼料として広い用途のある副生物であるとみなすことができる。

### (2) 廃液

高濃度の有機物質、固形物及び溶解固形物を含み、バクテリアの活動制限因子である低いPH値をもった、非常に腐食性の強い廃液である。

#### 1) 皮むきあるいは果肉とりの水

表1-2からわかる様に、高濃度の固形物と、あまり高くないPH値を有する。

(表1-2)

生物科学的酸素要求量 (D B O <sub>5</sub> )	1,560- 9,870 ミリグラム/リットル
化学的酸素要求量 (D Q O)	4,819-16,320 ミリグラム/リットル
浮遊固形物 (S. S)	532- 5,435 ミリグラム/リットル
溶解固形物 (S D)	1,642- 9,789 ミリグラム/リットル
p H	4 - 5

2) 洗浄水

高濃度の溶解固形物及び非常に低いPH

(表-1-3)

生物学的酸素要求量 (DBOs)	10,500-15,538 ミリグラム/リットル
化学的酸素要量 (DQO)	17,920-22,643 ミリグラム/リットル
浮遊固形物 (S・S)	2,073- 3,170 ミリグラム/リットル
溶解固形物 (SD)	6,262-10,111 ミリグラム/リットル
PH	4.4 - 5.5

1-4 コーヒー生産量

国全体 " 720 (百万) キログラム

キンディオ県 " 64.3 (百万) キログラム (8.94%)

3~5月及び10~12月の間の2回収穫する。

又、1970年の調査によれば、キンディオ県はコーヒーの年間生産量において、コロンビア全国で第5位で全国の9.27%のシェアを占めている。又、ha当たりの生産性においては全国平均45アローバに対して68アローバで全国第1位となっている。

各行政地区内におけるコーヒー栽培面積は表1-4のとおりである。

(表1-4)

Nombre del Municipio	Hectáreas con cafetales	Producciones de café en Kilogramos	Por ciento de la producción departamental
Armerica	8,591.8	8,741.998	16.53
Buenavista	2,264.1	2,223.784	4.22
Calarca	10,505.2	8,556.361	16.19
Circasia	4,877.8	3,683.579	6.96
Cordoba	3,298.3	2,430.662	4.59
Filandia	4,306.3	3,025.808	5.73
Genova	6,315.2	4,341.398	8.21
La Tebaida	2,741.8	2,572.740	4.86
Montenegro	6,432.7	5,972.652	11.29
Pijao	4,400.2	3,825.796	7.23
Quimbaya	7,239.1	6,566.699	12.41
Salento	1,586.5	941.344	1.78
Total departamental	62,559.0	52,892.821	100.00

### 1-5 コーヒー加工従事者の定住

キンディオ県や、一般的にコロンビアでは、各コーヒー農家は自分達の地所の加工場でコーヒーを加工している。したがってコーヒー豆の生産場所と同数の汚染地が存在するといっても誇張ではない。

## 2. 水資源

一般的に、水資源の需要供給の関係はわかっているとは言えない。

政令第1594号で、用途に応じて水の有すべき最低の性質が定められているが、基本的な情報不足のために、規制されるべき各流量もその区間も定められていない。

キンディオ県のアルメニア市の上水はキンディオ川から取水しており、西暦2,005年までの供給が可能であるが、本県で最も重要なこの流域の整備を図ることが肝要である。

## 3. 汚水

### 3-1 放流河川

(表3-1) 放流河川

自治体	放流河川
アルメニア	ラ・フロリダ谷
	エスペポ河
カラルカ	エル・ベスカドール沢
	エル・ナランハル沢
モンテネグロ	ロブレ河
キムバヤ	ブエナビスタ沢
ラ・テバイダ	ラ・ハラミリヤ沢
ピハオ	レホス河
コルドバ	ラ・エスパニョラ沢
ヘノバ	ロホ河
サレント	エル・ボケロン沢
	カホネス沢
フランディア	ポルタチェロ沢
ブエナビスタ	
シルカシア	コンガル

### 3-2 問題点

コーヒー処理に係る最終廃棄物は、下流域の住民がその水を利用する場合に最も影響が大きく、これらの河川の大部分は、乾期およびコーヒー収穫期における水質に問題が起きている。

### 3-3 問題点の処理方針

コロンビア国の法規に従い都市廃水、農村廃水、家庭廃水、産業廃水を処理することが必要であると考える。

農村廃水に係る問題を解決するためには、街区群（徴税区）に嫌気性廃水処理システム（U. A. S. B, フィルター等）を、また農場や農村学校に腐敗槽と乾燥装置を設け、コーヒー農場には、汚水と汁液の単一処理システムを設けなければならない。これは、廃水の処理度を決定するために個別に処理しなければならない場合に、コーヒーを加工しない時期にこの部門の操業を確保するのに役立つ因子である。

### 3-4 コーヒー廃棄物の利用

前述のように、コーヒーの殻は、副生物と考えることができるが、汁液は高濃度の廃液であり、したがってコーヒー栽培者に、媒体を保存しながら果肉の有効利用を奨励する教育キャンペーンを進めなければならない。

## 4. 現在の調査と分析

### 4-1 水の再利用

現在、水は加工中に再利用されていないが、各種のU. A. S. B. 反応器の特性及び水消費量の合理化を考えると、主としてコーヒーの品質と芳香について厳しい規制のある北米、欧州、アジア市場のニーズに関して、水の再利用の用途と限界を決定するための試験を行なうことを優先すべきである。

### 4-2 現在の廃水処理

#### (1) 汚水

市町村レベルでは、下水網での処理は、行われていないが、下水道以外に放流している都市化区域や居住地では、主として腐敗槽、濾過溝及び嫌気性処理フィルタ式腐敗槽を使って、処理を行っている。

#### (2) コーヒーの汁液

1979年以降C. R. Q. によって進められた研究調査は次のとおりである。

##### 1) 物理的処理

- a. 単純沈殿：浮遊固形物は30%減少するが、PHと酸性は変わらない。
- b. 濾過：固形物の比抵抗が大きいため急速に目詰まりする。
- c. 浮遊：浮遊固形物が約12%減少する。単純沈殿と組み合わせて、逆調整タンクでの前処理に用いることができる。

##### 2) 化学的処理

- a. 凝集：硫酸アルミニウム、塩化第二鉄、硫酸第一鉄を100~1,000mg/lの用量で用いる。フロクの十分な形成が見られない。
- b. 石灰：100~2,500mg/lの用量を用い、主として2,000mg/l以上のフロク

レーションが形成され、強く着色した不快臭をもつ浮遊性のおりが生じる。

石灰は、細菌が活動できるようにするためのPH調節の前処理と考えるべきである。

- c. 補助剤：陽イオン性また陰イオン性ポリマーを0.3-0.6mgr/ℓ用いるが十分な結果は得られない。

### 3) 生物的処理

下記の各型式の酸化池：従来型、酸化池、富栄養の従来型酸化池、事前中性化式、従来型酸化池、富栄養、中性化式従来型酸化池および、三酸化池連結型。最良の結果が得られたのは最後のシステムで59日で生物的酸素要求量が83%除去された。

良い結果が得られたにもかかわらず、この方法は悪臭の強力な防御措置が必要な上にコーヒー地帯の波打った地形を示す可用地域が限られているために捨てられた。

曝気法は4日間で7.33のPHが得られ、廃水を中性化するのに最適のシステムであることが、証明された。

これらの結果を考慮してラ・オランダの地にパイロット・プラントを建設した。このパイロット・プラントは沈殿と凝集により滞留時間24時間、容積25m<sup>3</sup>で7.32%を更新する逆調整タンク；横型床式散気装置つき曝気システムを備えた、滞留時間5日間、容積25m<sup>3</sup>の平行タンク列を形成する、泥、中性化反応器；泥を反応器に再循環させるための1.5×1.5の沈殿池；水負荷5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>有機物負荷2.5kgDBO/ℓに設計された生物的散水濾床；2次沈殿池または泥再循環と処理床つき沈殿池からなる。

このシステムは効率がよいか、建造費と運転、保守費用が高いため大量処理する小数のコーヒー栽培者のみにその用途が限られており、その場合も乾燥サイロを運転するのに十分な量のガスを生成するシステム利用する方法が実用的である。

C. V. C. はC. R. Q. の要請およびワッゲニンゲン大学のレッティンクス博士らが開発した英語の頭文字をとってV. A. S. B (スルダヘ・ブランケッシュト上昇流式嫌気性処理システム) という名の嫌気性処理システムを熱帯で実験することに関心を寄せている。オランダ政府のコンサルタントから提供された助言を考慮して、容量23ℓの小型反応器を建造して満足できる結果を得、それにもとづいて、容量270ℓのプラントを建築し、水滞留時間10時間で91.7%の再循環率を達成した。

C. R. Q. はV. A. S. Bシステムの有望な結果を評価して、仕切った水平な構造のガス分離装置のない交互流式嫌気性処理システムを実験することを希望している。これは作業量、したがって費用の減少をもたらすものである。



## 5. 水処理の目的

### 5-1 目的

- ・ 胃腸病、幼児死亡率および消毒費用を減らす。
- ・ 付近に水があるのに水質が悪いために利用できない。多くの場所への水供給量を増す。
- ・ 将来の世代に生存に不可欠な水資源を保証する。
- ・ 水質を改善して水の使用を拡大する。
- ・ 水棲生物、主として魚類資源を保存する。
- ・ キンディオ県で生じるすべての水を運ぶビエハ河の水に頼って生活しているカウカ（ウロア、カルタゴ）渓谷の住民に対する悪影響を防止する。

### 5-2 処理レベル

1982年法律第9a号（衛生法）および第2811号（天然資源に関する法律）にもとづく政令第1594号で必要な除去率が一般的な形で定められているが、各用途毎に定められた基準にもとづいて、その水質を低下させずに廃水浄化プロセスで河川を利用するための基本研究を進める必要がある。

## 6. 経済と政治

### 6-1 水処理コスト

問題の大きさを診断して知り、適用すべき特定の矯正方法を設計するための研究は行われていないが、C. R. Qは水に関する集中的研究の中で処理プラントのコスト、その型式、建造時間、財政面、料金などを見積ることを提案しているので、あえて数字を引用する。

### 6-2 保守コスト

建造すべきプラントの設計と型式が決まっていないので、そのコストは見積れないが基本的にこれらのコストが最小となる処理方法を選択するつもりである。

### 6-3 法制

一般的法規はあるが、本県の特徴と必要において地域的規則を公布する必要がある。地域的法規の技術部分はC. R. Qの法律部門が起草する法律部分と統合できるように、協力プロジェクトで決定し規定しなければならないと考える。

### 6-4 コーヒー生産者の考え方

コーヒー生産者達は乾ばつと冷害によるブラジルの多数のコーヒー園の破滅および中央アフリカ諸国での収穫を妨げる国内問題によって生じたコーヒー景気に沸いている。経済的観点からみると収入の増大によって処理プラント建築に投資しやすくなっているため、コーヒー部門は汚染を制限するための措置を講じることができる好機である。

資料番号	資料の名称	発行機関
1	MONOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE ARMENIA	DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE)
2	LOS SUELOS DE LAS CORDILLERAS ANDINAS Y SU APTITUD DE USO	INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" (IGAC)
3	INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO DEL QUINDIO	CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE (CENICAFE)
4	RESIDUOS PRODUCIDOS EN EL BENEFICIO DEL CAFE UTILIZACION E INCIDENCIA SOBRE LOS RECURSOS HIDRICOS	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO (CRQ)
5	QUINDIO INDUSTRIAL, 1975	FUNDACION PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y AGRICOLA DEL QUINDIO (FDIA)
6	COLOMBIA GEOGRAFICA	IGAC
7	PRODUCTOS AGRICOLAS PERECEROS	FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (FEDECAFE)
8	FUNDAMENTOS DE ECOLOGIA, Y ALGO MAS	CRQ
9	LOS SUELOS SU USO Y MANEJO	IGAC
10	COLOMBIA GEOGRAFICA	IGAC
11	BOLETIN DE ESTADISTICA	DANE
12	ECONOMIA COLOMBIANA	LA NACIONALIZACION DEL BANCO DE COLOMBIA Y EL GRUPE GRANCOLOMBIANO
13	MAPA DE SUELOS DE COLOMBIA	IGAC
14	ZONIFICACION AGROECOLOGICA DE COLOMBIA	IGAC & INSTITUTO COLOMBIANO AGROP-ECUARIO (ICA)
15	DIVISION DE RECURSOS NATURALES SECCION AGUAS	CRQ
16	REGISTROS METEREOLÓGICOS	CRQ
17	LEY 66 DE 1964 POR LA CUAL SE CREA LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO EL CONGRESO DE COLOMBIA	CRQ
18	SISTEMA ELECTRICO Y TELEFONICO DEL QUINDIO	CRQ
19	PROYECTO DE DESARROLLO FORESTAL PARA EL QUINDIO	CRQ

20	ECONOMIA COLOMBIA	CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA
21	PROGRAMA DE PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE YUCA EN ZONA CAFETERA 1984-1988	FEDECAFE
22	TENENCIA DE TIERRA Y POSIBILIDADES DE REFORMA AGRARIA EN ARMERO Y ZONAS DE INFLUENCIA	INSTITUTO COLOMBIANO DE LA REFORMA AGRARIA (INCORA)
23	ANUARIO ESTADISTICAS DEL SECTOR AGROPECUARIO	MINISTERIO DE AGRICULTURA
24	COLOMBIA ESTADISTICA '86	DANE
25	AVANCE DE RESULTADOS PRELIMINARES, CENSO '85	CANE
26	BOLETIN ESTADISTICAS AGROPECUARIAS '85	MINISTERIO DE AGRICULTURA
27	コロンビアの農牧業	CRQ
28	RIO QUINDIO & RIO ESPETO 水質調査結果	CRQ
29	MAPA GRAVIMETRICO ANOMALIAS SIMPL-ES DE BOUGUER (1/1,500,000)	IGAC
30	MAPA FISICO POLITICO (1/1,500,000)	IGAC
31	MAPA DE ZONIFICACION AGROECOLOGICA (1/1,500,000)	IGAC
32	MAPA DE SUELOS (1/1,500,000)	IGAC
33	MAPA POLITICO ADMINISTRATIVO (1/1,500,000)	IGAC
34	QUINDIO (1/100,000)	IGAC
35	MAPA HIDROLOGICO DEL DEPTO DEL QUINDIO (1/100,000)	CRQ
36	MAPA QUINDIO (1/25,000)	IGAC
37	ATLAS REGIONAL ANDINO	IGAC
38	航空写真一式	
39	その他パンフレット一式	

JICA