

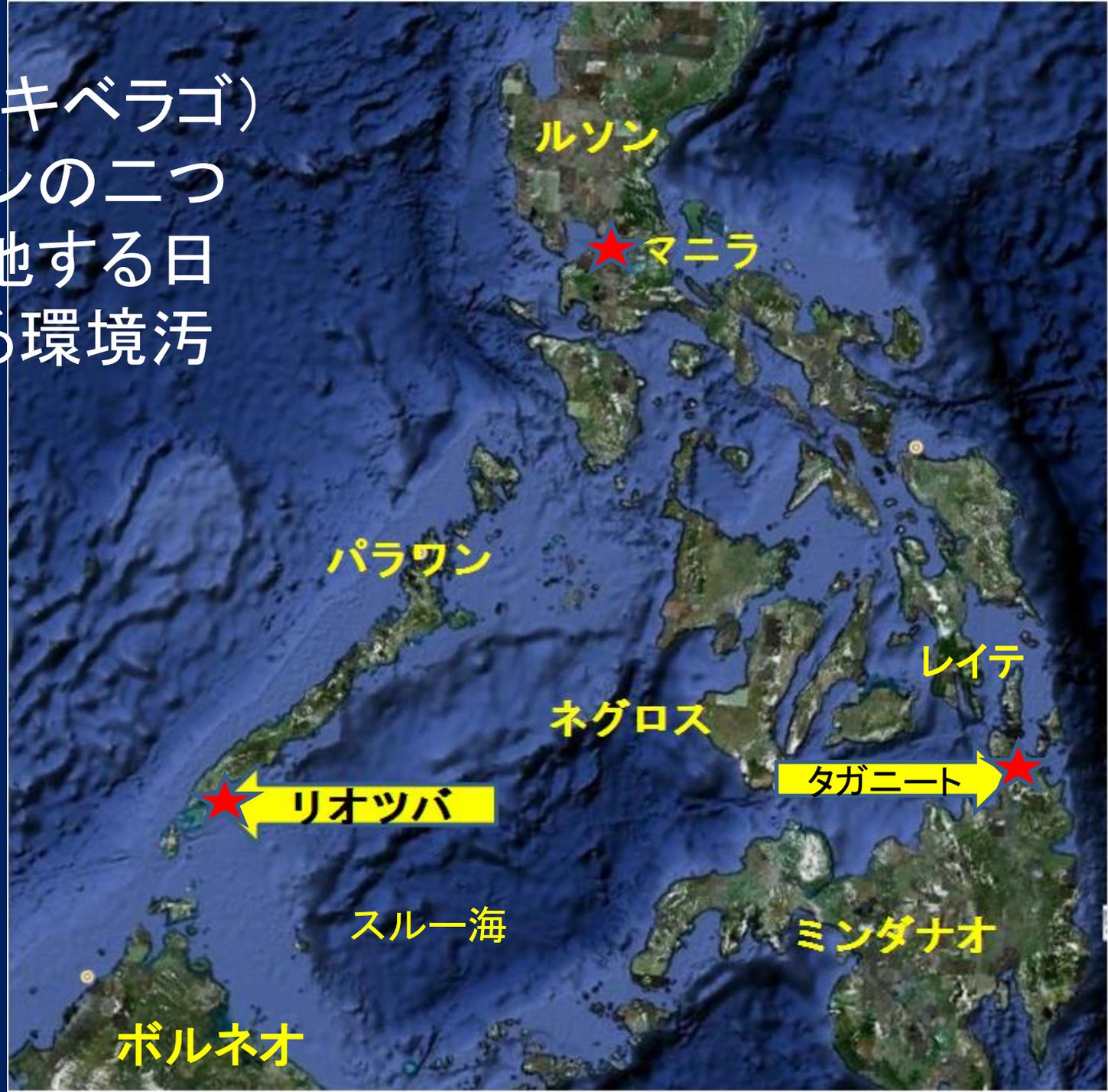
フィリピン・パラワン島およびミンダナオ島 におけるニッケル鉱山・精錬工場に関わる 環境汚染について

大沼淳一（金城学院大学）

波多江秀枝（FoE）

2011/10/2

多島海(アーキベラゴ)
国家フィリピンの二つ
の地域に立地する日
系企業による環境汚
染調査報告



環境汚染企業の概要



HPPプラント

コーラルベイニッケル社 (CBNC)

- ・ 操業開始：2005年4月
- ・ 住友金属鉱山54%出資（三井物産18%、双日18%）
- ・ 操業場所：パラワン州バタラサ村リオツバ(Rio Tuba)
- ・ HPP (Hydrometallurgical Processing Plant) :
低品位のニッケル鉱（ラテライトlaterite）から
ニッケル・コバルト混合硫化物生産
（硫酸溶液の石灰投入pH制御と硫化水素添加で分画）
- ・ 生産量：ニッケル1万トン、コバルト750トン
- ・ 製品（硫化物） → 住友金属鉱山新居浜工場
- ・ 第2プラント（同サイズ）操業開始（2009年）
→ 年産2万トン体制

戦略金属としてのニッケル CBNC社のシェア



- ・日本のニッケル生産量：年間16万5千トン
(2005年)～世界シェア15% (世界第2位)
- ・日本のニッケル消費量：年間24万トン
- ・CBNCは、日本の年間生産量の約8分の1、
世界シェアの約2%、
日本の消費量の約8%を供給

先住民族など地元住民から 苦情多発

住友金属鉱山によれば、フィリピン環境資源省のECC(Environmental Compliance Certificate)認証を得るなど環境配慮型だとされている。しかし……



聞き取り調査

国際環境NGO・FoE Japanの先行調査によれば、先住民族を中心とする地元住民に咳や頭痛、皮膚疾患など健康被害の訴え、および異臭による苦情が多発している。ECC違反、鉱滓の処分場(Tailing Dam)からの有害物質の漏出の懸念、粉塵発生施設による健康被害の懸念、さらには漁業被害の可能性なども指摘された。

リオツバ地区聞き取り調査結果 (FoE先行調査: 4村115世帯)

●各世帯の主な生計手段(単位:世帯)



	スンビリン	タラタック	オカヤン	リオツバ	計
農業	38	29	5	4	76
漁等	2	6	0	2	10
CBNC/RTNMC	0	0	6	9	15
その他の仕事	1	0	8	2	11
その他	1	1	1	0	3
計	42	36	20	17	115

リオツバ地区聞き取り調査結果 (FoE先行調査: 4村115世帯)

●第1製錬所の建設後の健康、環境、悪臭における変化

●どのような健康の変化か (100世帯の複数回答)



咳	頭痛	皮膚病	風邪	胃痛・下痢	その他
87	48	40	33	25	18

頻繁(51)、薬を飲んでも、ぶり返す(25)、時々(7)、いつも(4)、降雨時(3)

●健康の変化について相談したか

はい	いいえ	その他	無回答	計
45	59	10	1	115

100世帯(87%)
が健康の変化
を訴えている
→何らかの原因
特定調査が必要

病院、企業、村の健康センター等

天候、普通、無病等と言われた

●その他の変化を経験しているか

はい	(米)	(ココ)	(野菜等)	(漁等)	(薬草)	(他)	いいえ	無回答	計
94	(41)	(24)	(34)	(14)	(21)	(37)	19	2	115

収穫が落ちた、味が違う、黄ばむ等

収穫が落ちた、実りが悪い等

収穫が落ちた、背が低い等

近海で獲れなくなった等

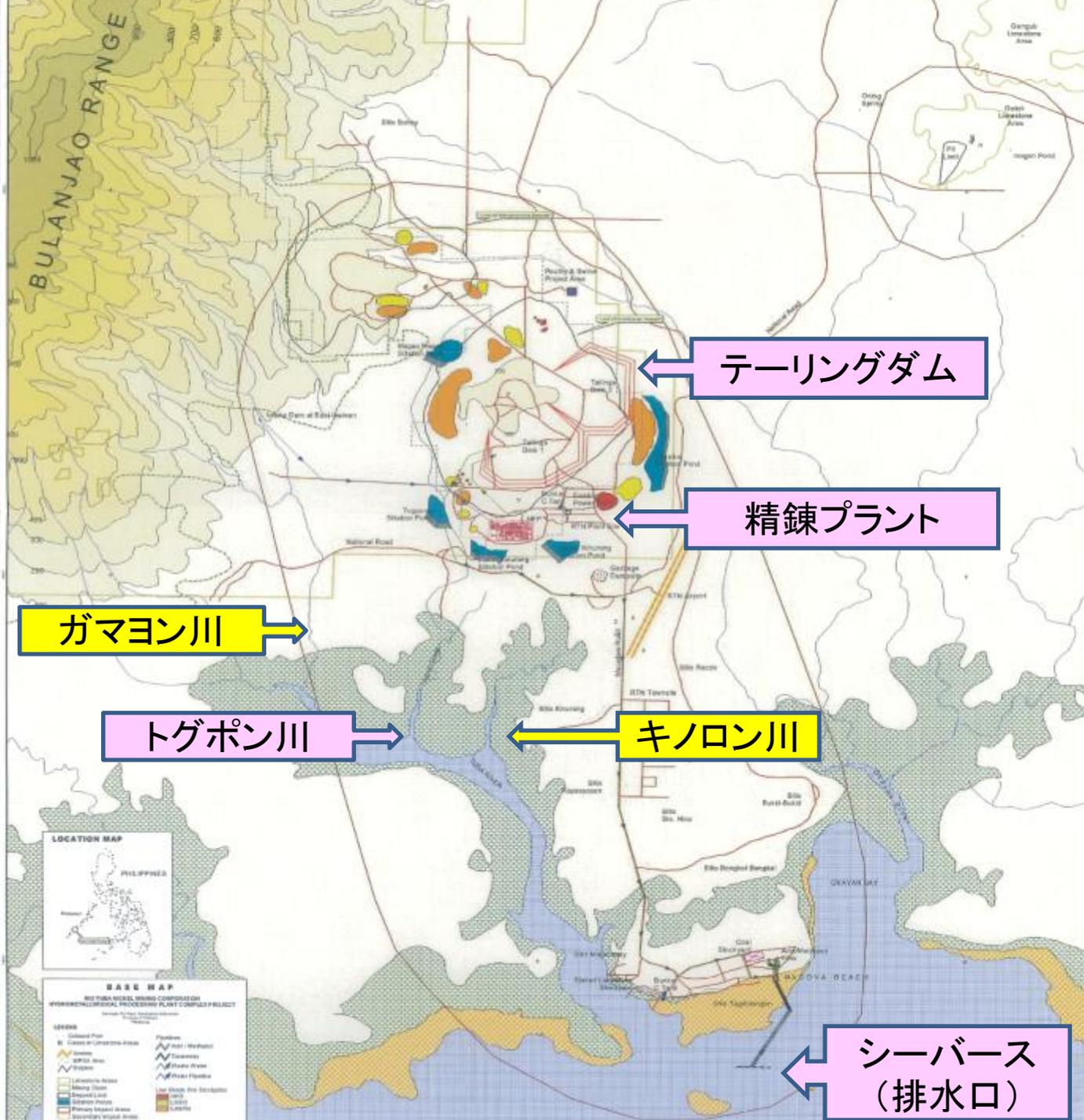
効かなくなった等

より多くの島外の人による影響／より多くの雇用機会等



**※ 多くの人が生計手段への悪影響を経験
→何らかの原因特定の調査の必要性**

リオツバ鉱山およびCBNC社
ニッケル精錬プラント詳細図



← テーリングダム

← 精錬プラント

→ ガマヨン川

→ トグポン川

← キノロン川

← シーバース
(排水口)



リオツバ鉱山およびCBNC(Coral Bay Nickel Corporation)

ブラン
ジャオ
山

← リオツバ鉱山

← CBNC
精錬所

→ トンボ川

← タウン

→ リオツバ入江

★ シーバース
(排水口)

・この地域は、かつて数百人の先住民が暮らしていたが、鉱山開発があり、それに続くCBNC社の精錬プラント建設などによって、人口3万人の町になった。

・排水は岸から1キロ沖合のシーバースまでパイプで送られて、水深4mほどの位置で放流されている。

リオツバ入江を囲む緑色の低地はすべて見事なマングローブ林である。CBNC操業以後、魚が取れなくなったという漁民の証言が事実なら、マングローブ林を含めたリオツバ入江全域に堆積する赤い沈殿物との因果関係を調査する必要があるとされている。



第1テーリングダム



CBNCの排水
1キロ沖合までパイプ
ラインで送られ、水深
約4mの水中で排水さ
れている



シーバース: 製品の積み込みや硫酸の荷下ろしなどが行われる。そして排水の放流も..

排水パイプ →

調査地点



<調査対象>

河川水

地下水・飲料水

汽水と海水

底質

リオツバ入 江集水域12 地点の河川 水質 (2010年)

サンプル番号	地点番号	地点名	pH	電気伝導度	Cr ⁶⁺	Cr	Ca	Mn	Fe
11	11	オカヤン川支流	7.0	219	(-)	0.001	15.66	0.222	0.528
12	3	オカヤン川本流	6.5	285	(-)	0.002	3.54	0.006	0.054
13	14	小さなクリーク	7.0	467	(-)	0.001	44.50	0.031	0.120
14	2	トグポン川本流	7.0	551	0.15	0.161	49.39	0.009	0.004
15	9	小さなクリーク	7.0	319	(-)	0.001	0.00	0.002	0.009
16	15	ガドサン川右俣	6.5	361	(-)	0.002	ND	ND	0.001
17	16	ガドサン川左俣	6.5	346	(-)	0.014	ND	0.002	0.010
18	17	小さなクリーク	6.5	337	(-)	0.011	ND	0.002	0.009
19	18	小さなクリーク	7.0	448	(-)	0.015	0.02	0.013	0.062
20	19	ガマヨン川	6.5	368	(-)	0.015	0.18	0.005	0.014
21	20	スンビリン川支流	7.0	316	(-)	0.001	4.26	0.010	0.040
22	21	スンビリン川本流	7.0	264	(-)	0.001	7.66	0.028	0.256

サンプル番号	地点番号	地点名	Ni	V	Cu	Zn	As	Sr	Cd	Pb
11	11	オカヤン川支流	0.012	0.002	0.012	0.008	ND	0.129	ND	ND
12	3	オカヤン川本流	0.014	0.002	0.014	0.005	ND	0.022	ND	ND
13	14	小さなクリーク	0.028	ND	0.028	0.002	ND	0.243	ND	ND
14	2	トグポン川本流	0.035	ND	0.035	ND	ND	0.064	ND	ND
15	9	小さなクリーク	0.016	ND	0.016	0.004	ND	0.002	ND	ND
16	15	ガドサン川右俣	0.013	ND	0.013	ND	ND	0.003	ND	ND
17	16	ガドサン川左俣	0.012	ND	0.012	0.001	ND	0.002	ND	ND
18	17	小さなクリーク	0.013	ND	0.013	ND	ND	0.002	ND	ND
19	18	小さなクリーク	0.037	ND	0.037	0.004	ND	0.003	ND	ND
20	19	ガマヨン川	0.002	ND	0.002	ND	ND	0.003	ND	ND
21	20	スンビリン川支流	0.004	ND	0.004	ND	ND	0.028	ND	ND
22	21	スンビリン川本流	0.005	ND	0.005	0.003	ND	0.049	ND	ND

顕著な汚染(6価クロムが0.15mg/L)が観測されたのは、CBNC社精錬プラント敷地を貫流してくるトグポン川のみであった。日本の公共用水域の環境基準0.05mg/Lの3倍である。6価クロムは簡易分析法であるパックテスト法であるが、JIS法と感度が等しく、また、全クロムがICP/MS法によって0.161mg/L検出されていることから信頼できる数値であるものと考えられる。採水地点は、広い公道がトグポン川を渡る橋の下である。

<河川水質調査結果>
 pH: 万能試験紙による簡易法、 EC (電気伝導度: $\mu\text{S}/\text{cm}$): オルガノ社SuikensaAB-7、
 Cr⁶⁺: パックテスト、 t-Cr, Ni, Zn, Cd, Hg, Pb, As: ICP/MS法、 ND: Caのみ「<0.01mg/L」、他の項目はすべて「<0.001mg/L」

標準色〈6価クロム〉

0.05

0.1

0.2

0.5

1

2

Cr⁶⁺ mg/L
(ppm)

反応時間
2分

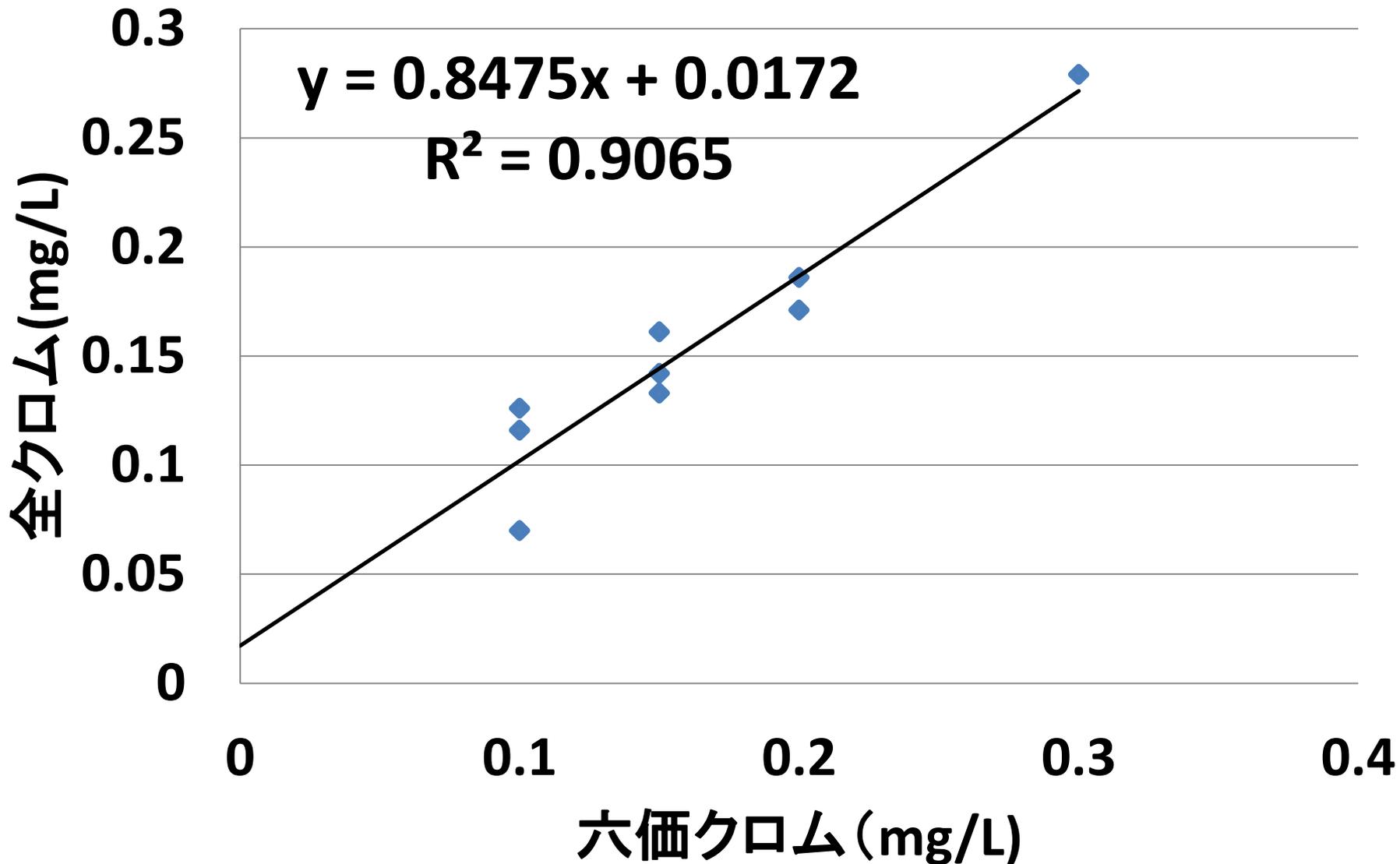


Handwritten notes and diagrams on the background paper, including a map of the Liouba River area and various chemical and analytical notes.

河川水(トグボン川)から六価クロム検出

年月日	水域	簡易法 六価クロム	ICP/MS法 全クロム	備考
2009/10/5	淡水域	0.1	0.126	
2010/3/21	淡水域	trace	0.021	
2010/8/16	淡水域	0.15	0.161	
2010/8/17	汽水域	0.1	0.070	
2011/10/21	淡水域	0.3	0.279	降雨出水時サンプル 六価クロムは上清 全クロムは、濾液
2011/10/22	淡水域	0.2	0.186	
2011/10/23	淡水域	0.15	0.142	
2011/10/22	汽水域(奥)	0.15	0.133	
2011/10/22	汽水域(中間)	0.1	0.116	
2011/10/23	鉦山隣接水たまり	0.2	0.171	

六価クロムと全クロムの関係



サンプル番号

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

地点番号と
地点名

	4 イワヒッグ村共同井戸	12オカヤン村サンビセンテ共同井戸	13オカヤン村先住民新集落井戸	5オカヤン村タグピサ集落	1スンビリン村クランダノム集落	1No.5を浄化装置に通したものの	6タラタック村パナグナアン集落井戸	22タラタック村小学校前井戸	7タグダロゴン集落デリバリー水	8リオツバ村キノロン集落デリバリー水
pH	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	7.5	7.5	7.0	7.0
EC	567	456	511	466	95.4	266	656	696	233	223
Cr ⁶⁺	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
t-Cr	ND	ND	ND	ND	0.012	ND	ND	ND	0.002	0.002
Ni	0.001	0.008	0.023	0.004	0.132	ND	0.001	ND	0.002	0.002
Zn	ND	0.186	0.001	0.001	0.001	ND	0.001	0.001	0.002	0.007
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
As	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
Ba	0.003	0.008	0.006	0.004	0.027	0.044	0.010	0.444	ND	ND
K	0.5	0.6	0.7	0.4		1.3	0.5	6.1	0.1	0.2
Na	5.7	17.8	6.0	2.6		6.2	2.8	52.0	1.3	1.2
Ca	67.5	52.7	50.7	29.4		14.4	85.7	47.7	0.7	0.6
Mg	1.6	17.4	28.0	41.1		13.5	1.2	34.7	25.0	25.2
NO ₃ -N	1.18	1.22	0.07	0.17		1.27	0.66	0.27	0.41	0.36
Cl	18.0	12.9	5.8	8.4		3.8	3.5	6.7	2.7	2.4
HCO ₃	190	250	300	300		115	265	450	125	125
SO ₄	4.5	10.1	2.1	6.0		1.8	2.7	2.5	0.9	0.8
備考	深さ12Ft	深さ12m	深さ200m?	深さ23Ft				深さ150Ft		

地下水 水質分 析結果

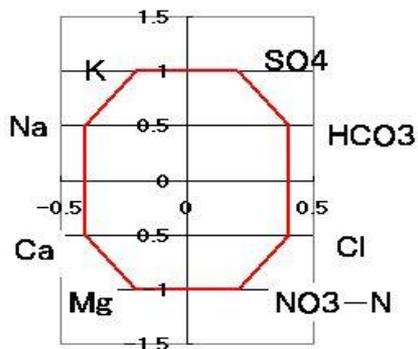
(2010年)

スンビリン村の先住民集落の井戸(地点番号1番)では、やはりニッケルが日本の水道法管理目標値およびWHOの基準(0.01mg/L)を大きく超過した。全クロムが0.012mg/Lだが、これが6価クロムだとしても検出限界以下なので確認しようがない。オカヤン村サンビセンテ集落の井戸(地点番号12番)では、亜鉛が0.186mg/Lと高い。WHO基準3mg/Lよりは低い、日本の河川生態維持のための環境基準0.03mg/Lよりはずっと高い。

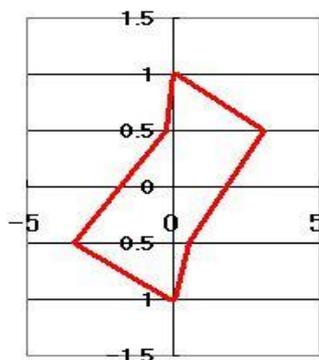
タラタック村小学校前に井戸(地点番号22番)は、Baが0.444mg/Lであった。WHOの基準0.7mg/Lを超えてはいないものの、注意が必要である。

pH: 万能試験紙による簡易法、 EC (電気伝導度: $\mu\text{S}/\text{cm}$): オルガノ社 Suikensa AB-7、
Cr⁶⁺: パックテスト、 t-Cr, Ni, Zn, Cd, Hg, Pb, As: ICP/MS法、 無機イオン類: イオンクロマトグラフ法、 HCO₃: 電気伝導度と無機イオン濃度から推定計算によった、
ND: 水銀 (Hg) のみ「<0.0001mg/L」、他の項目はすべて「<0.001mg/L」

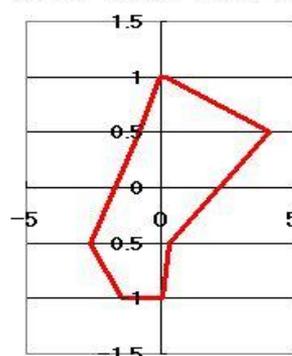
凡例



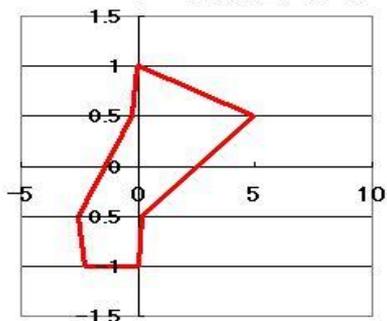
4 イワヒッグ村



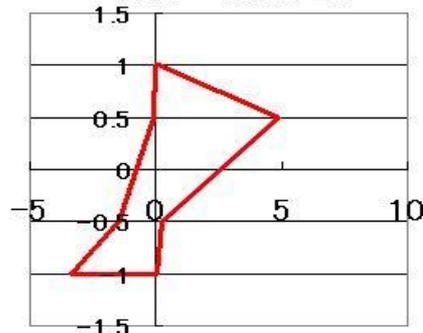
12 オカヤン村サンビセンテ



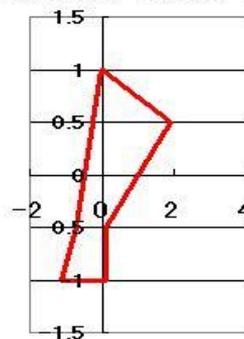
13 オカヤン村先住民集落



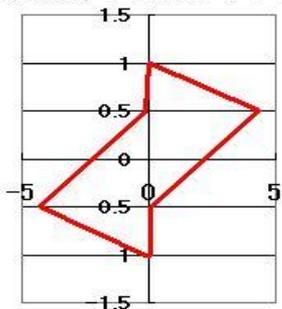
5 オカヤン村タグピサ



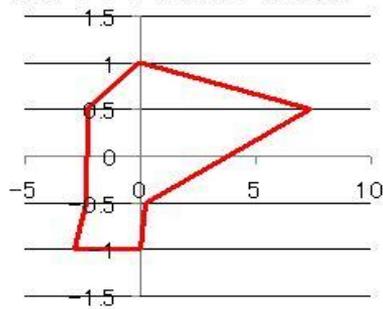
1 スンビリン村クランダノム



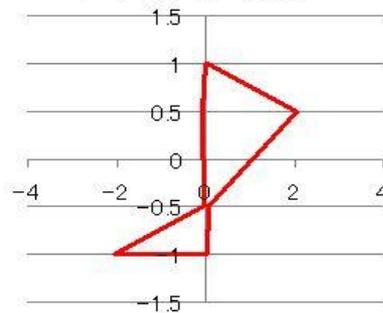
6 タラタック村パナグナアン



22 タラタック村小学校前



7 デリバリー水①



オクタダイアグラム法による地下水水質比較

地点番号4と6が、Ca-HCO₃型、12と13がCaMg-HCO₃型、1と5がMgCa-HCO₃型、22がMgNaCa-HCO₃型、7と8がMg-HCO₃型である。デリバリー水は全くイオン組成が他と大きく違っており、地下水でなく、どこかの川の表流水ではないかと思われる。ナトリウムが低くてマグネシウムが高い特異な組成である。

22は、ナトリウム濃度が比較的高いことで他と異なっている。比較的高濃度のバリウムを含んでいることでも特異的である。12、13、1、5は、サンゴ礁起源の石灰岩層の中に溜まっている地下水かと思われる。4と6は、マグネシウムが低く、陽イオンではカルシウムだけが高いが、やはり石灰岩層の中の滞留水ではないかと思われる。

スンビリン村の1を除けば、ラテライト鉱起源のニッケルや6価クロムによる地下水汚染は確認されなかった。

※デリバリー水とは、CBNC社が住民に提供している飲料水。2010年の調査で基準超過の六価クロムとニッケルが検出された。

デリバリー水汚染事件

2009年7月及び10月に行った先行調査の際、トグポン川で日本の環境基準を超える六価クロムが初めて検出された。
この時、CBNC社が先住民集落などに配水しているデリバリー水にニッケル(水質管理目標値超過)とクロム(水道法基準値超過)が含まれていることが判明し、以下のようなコメントを住友金属鉱山を經由してCBNC社に送った。その結果、汚染した河川水を汲んで排水していたことが判明し、採水先が変更になった。

7月採取No.2試料のニッケル(Ni)含有量が日本の水道水の水質管理目標値をわずかながら超えて0.012mg/Lを示した。10月採取試料でも同じく0.012mg/Lであった。この水が企業側から住民に配水されているデリバリー水だとすると大いに問題がある。デリバリー水かどうかの確認を早急にするとともに、事実だとすれば早急に配水を停止し、取水水源を変更すべきである。また、汚染原因についての調査を行うべきである。



先住民集落内に設置されたデリバリー水給水タンク

リオツバ入江とトグポン川感潮域の水質

感潮域および沿岸域の水質
(2010年)

トグポン川感潮域上端付近でも、日本の環境基準を超える六価クロムが検出された。

サンプル番号	地点番号	地点名	pH	電気伝導度	Cr ⁶⁺	Cr	Ca	Mn	Fe	Ni
23	31	トグポン川感潮域上端	6.5	23550	0.1	0.070	161	0.059	0.159	0.066
24	32	トグポン川感潮域中間	7.0	43300	(-)	0.018	348	0.037	0.155	0.052
25	33	リオツバ入江・トグポン川流入点	7.0	49400	(-)	0.014	378	0.026	0.107	0.046
26	34	リオツバ入江・キヌロン川流入点	7.0	49950	(-)	0.001	414	0.030	0.085	0.026
27	35	リオツバ入江入口	7.0	57900	(-)	0.001	497	0.010	0.048	0.013

サンプル番号	地点番号	地点名	V	Cu	Zn	As	Sr	Cd	Pb
23	31	トグポン川感潮域上端	0.001	ND	0.004	ND	2.25	ND	ND
24	32	トグポン川感潮域中間	0.002	ND	0.021	0.001	5.49	ND	ND
25	33	リオツバ入江・トグポン川流入点	0.002	0.001	ND	0.001	5.89	ND	ND
26	34	リオツバ入江・キヌロン川流入点	0.002	0.001	ND	0.001	6.36	ND	ND
27	35	リオツバ入江入口	0.004	ND	ND	0.001	7.52	ND	ND



トグポン河口部(リオツバ入江に向かって赤い帯)



赤く染まるトグポン川遡上開始



1リオツバ入江奥部底質



4トグポン河口部底質



5キノロン河口部底質



7リオツバ入江中央底質



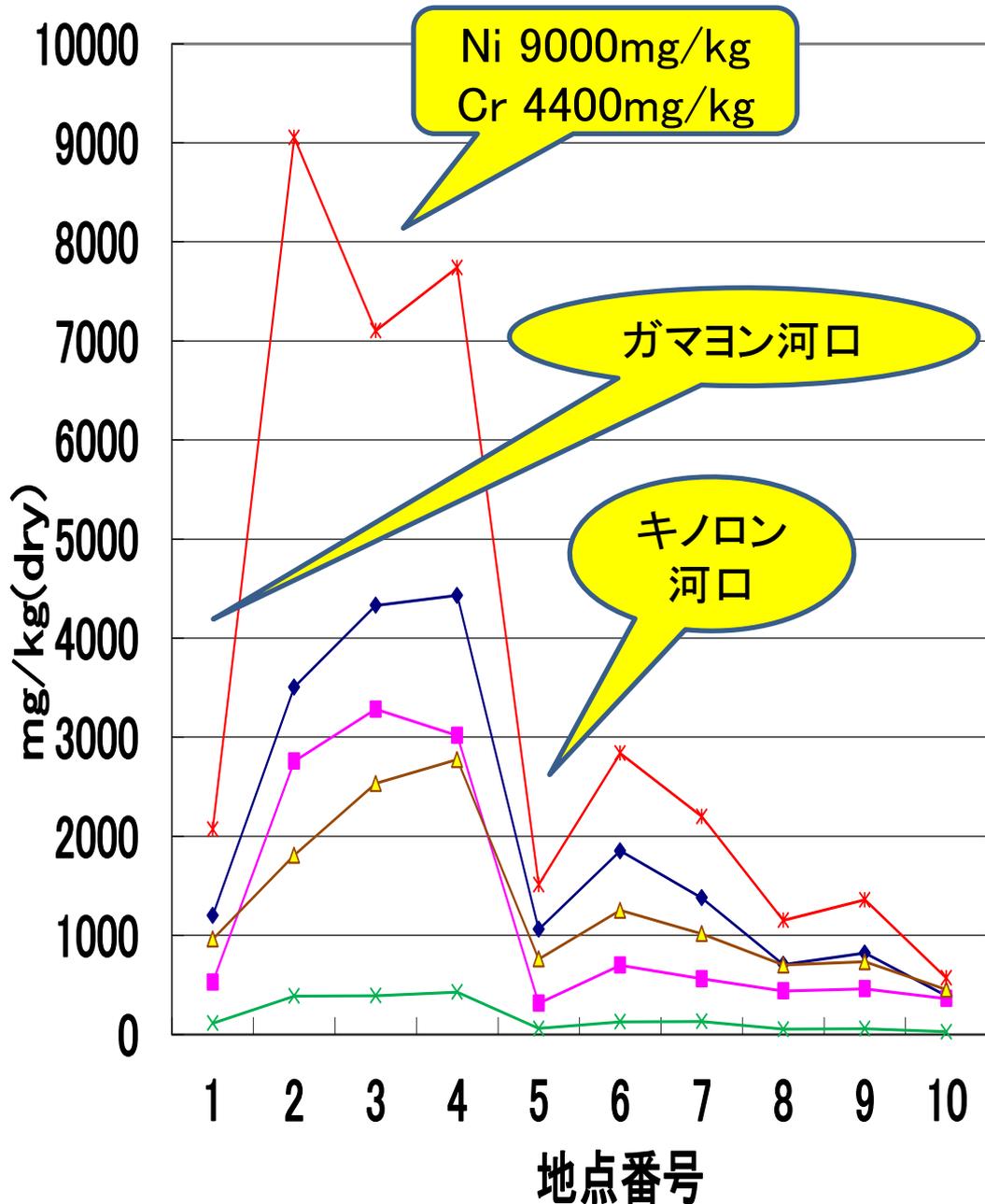
9リオツバ湾口前外洋底質



10外洋底質

トグポン川の河口部は水深が20センチほどしかない。赤い泥が河口部に堆積するためだ。ここからリオツバ入江に向かって、常時赤い泥が供給され、入江全域の海底に沈殿堆積し、外洋底質でさえもやや赤い

パラワン島・リオツバ入江底質重金属分析結果



注: Feについては、1/100
の値でグラフを作成。



- ◆ Cr
- Mn
- ▲ Fe
- ✕ Co
- * Ni

六価クロム発生源および生成メカニズム

1. トグポン川集水域で発生源の可能性のあるのは、

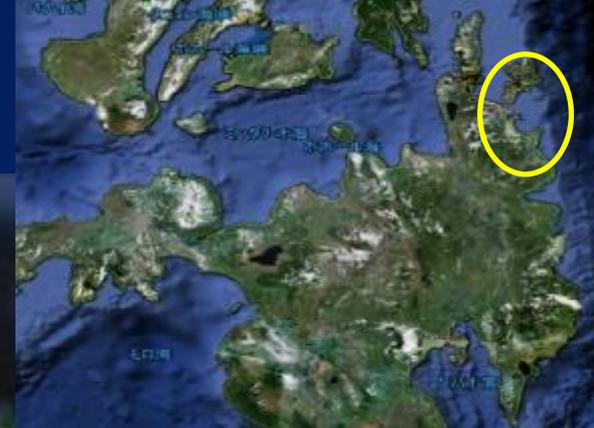
- ①CBNC社のテーリングダム越流水
- ②CBNC社プラント構内からの溶出・流出
- ③リオツバ鉱山露天掘りエリアからの流出

2. 六価クロム生成メカニズムとして考えられるのは、

- ①CBNC社HPプラントの工程上で生成する
- ②ラテライト鉱が六価クロムをもとから含有している
- ③掘り起こされたラテライト鉱が水と酸素と接触して六価クロムが生成する



北スリガオ州タガニート地区 ニッケル鉱山分布と河川・湧水中六価クロム濃度



2013年2月調査結果

AMRI事務所

0.1

タガニート川

TMC事務所

6

5

0.3

ハヤガボン川

THPAL事務所

0.05
湧水

2

1

0.05

湧水
trace

<0.05
湧水

3

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Image © 2013 TerraMetrics PGMC事務所

Image © 2013 DigitalGlobe

3001 m

2008

9° 30'11.88" N 125° 47'42.08" E 標高 279 m

Shen Zhou事務所

高度 13.5

タガニート地区の河川水、飲料水の水質

地点名	(2012年5月8～10日)			
	簡易法 六価クロム	ICP/MS法 全クロム	N i	EC(μ S/cm)
ハヤガボン川(河口近く)	0.1	0.105	0.019	16850
タガニート川(河口近く)	0.2	0.140	0.333	31600
ハヤガボン村水道	0.05	0.027	0.029	
ハヤガボン村飲料水	0.1	0.071	0.035	
ハヤガボン村のクリーク	0.05	0.037	0.020	
カジャナオ村タンク水	0.1	0.053	0.095	
カジャナオ村湧水	0.05	0.036	0.039	



唯一六価クロムが検出されなかったママンワ族集落水道施設

本日のまとめ

1. パラワン島、ミンダナオ島で、六価クロム水質汚染、及び川と沿岸域にクロム・ニッケル高濃度含有ヘドロの堆積・・・生態系破壊、漁業被害
2. 戦略的レアメタルとしてのニッケル需要が増大し、熱帯各地のラテライト層が掘り返されており、各種の汚染発生が懸念される
3. ニューカレドニア・ゴロ地区でも同様のプロジェクト進行中(住友金属鉱山子会社)
4. 六価クロム生成メカニズム解明と汚染防止対策確立・実施が急務・・・汚染企業と交渉中