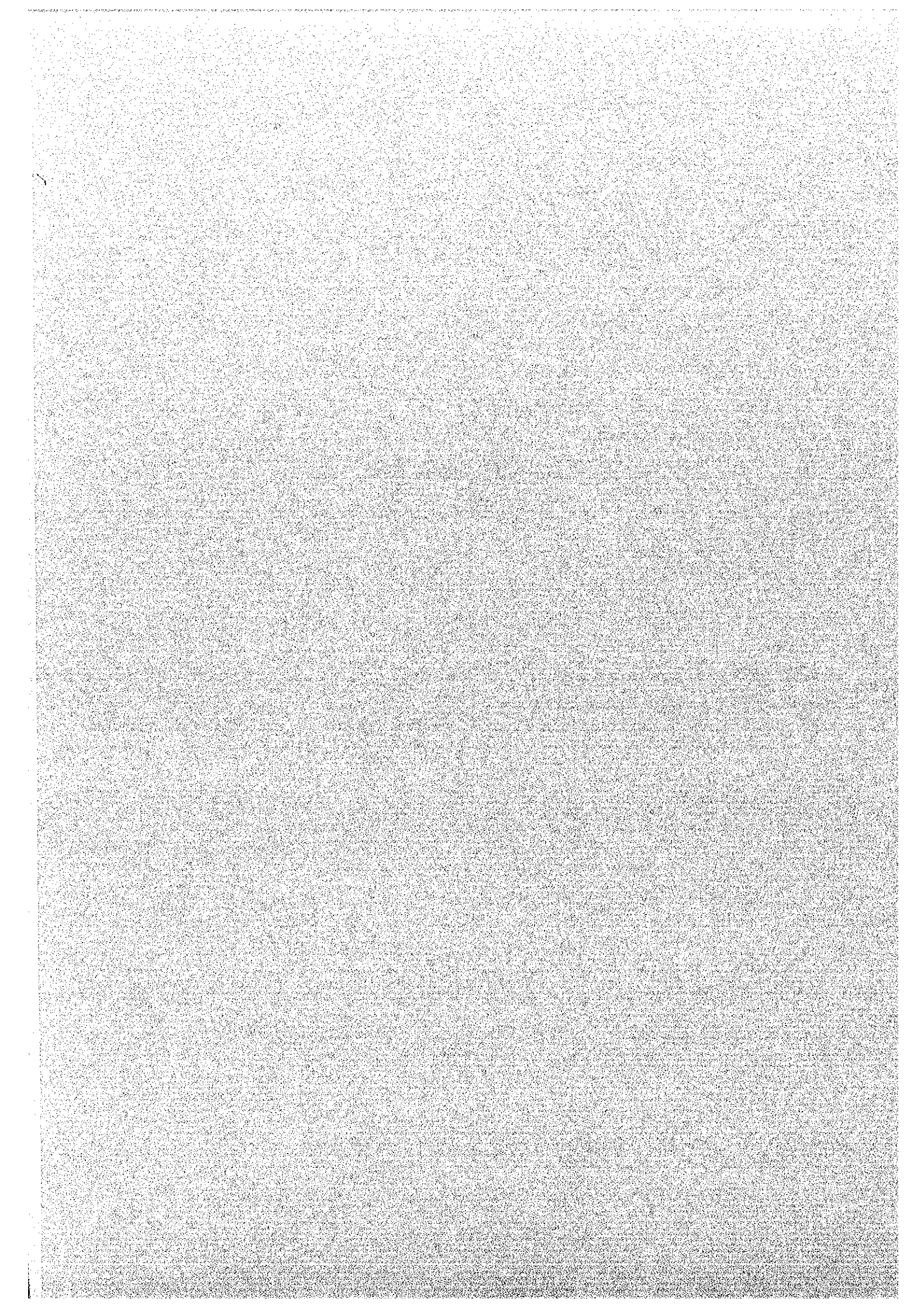


3. 汚染源の特定



3. 汚染源の特定

汚染源の特定に関する調査フローおよびその結果図面との関係を Fig. 3.1 に示す。汚染源と特定のためには、まず一次的な汚染源と考えられる 1) 山錫と採掘廃石と 2) 選鉱精錬廃棄物について、それらによるヒ素汚染物質の性状、量についての考察を行った。次いで、堆積物中に拡散した、あるいは廃棄されたヒ素汚染源を調査した。

3.1 山錫と採掘廃石

3.1.1 鉱山地質

調査対象地域は錫産地として知られており、現在も周辺地域では、二次鉱床である漂砂鉱床が採掘されている。本調査は、二次鉱床の後背地に分布する一次鉱床である山錫採掘跡を調査し、下流域に分布するヒ素汚染との関連を調べることを目的として実施した。

調査は、主要鉱床帯については、その位置関係を明確にするために、ポケットコンパス及び間縄を用いた簡易測量を併用して実施した。ジャングル中に点在する採掘跡については GPS により位置を確定した。各採掘跡については母岩、鉱脈の産状、採掘跡規模、残存廃石等を記載した。調査ルート及び踏査ルート沿いに土壌試料 40 ケを採取し、ヒ素及び硫酸イオンの溶出試験を実施した。

3.1.2 一次鉱床と採掘廃石

調査地域の地質状況は、基盤岩としてカンブリア～オルドビス系に対比される堆積岩が分布する。堆積岩は一般走向 NNE-SSW、傾斜約 30° SE で、下位より細粒細砂、シルト岩、泥岩の互層を主体とし、上位に向かい石灰質岩の挟みが多くなり、塊状石灰岩層へと移行する。両者の関係は漸移関係であろうと推定されるが確認されていない。これらの堆積岩中に白亜紀の花崗岩が貫入し、花崗岩活動の最末期の気成作用及び熱水作用により、それぞれグライゼン化変質及び石英脈の形成がなされた。錫鉱化作用は気成作用及び熱水作用のいずれにも伴われていると考えられる。

熱水作用により形成された鉱脈の走向は、ロンビブン地区では東西方向に卓越する。熱水作用は堆積岩中の石灰質岩をスカルン化している。肉眼でもスカルン鉱物として緑泥石、緑簾石、ベスピアナイト、柘榴石、磁鉄鉱等が認められる。試錐コアの重鉱物研究では、柘榴石、ベスピアナイト、緑簾石等のスカルン鉱物が鏡下で比較的少量に確認されており、花崗岩の上位には、比較的広範にスカルン帯が形成されていた可能性がうかがえる。スカルン帯での錫鉱化作用は未確認である。

鉱脈の採掘跡地は全部で 10 ケ所確認した。確認地点は Fig. 3.2 に併記する。採掘跡地にて鑑察される廃石は、表面が褐色に変色したグライゼン化花崗岩を主体とし、石英脈あるいはグライゼン脈より成る。採掘廃石の中からは採掘対象鉱石鉱物である錫石は確認できなかったが、ヒ素鉱物である硫ヒ鉄鉱及び硫ヒ鉄鉱より変化したスコログイトが普遍的に

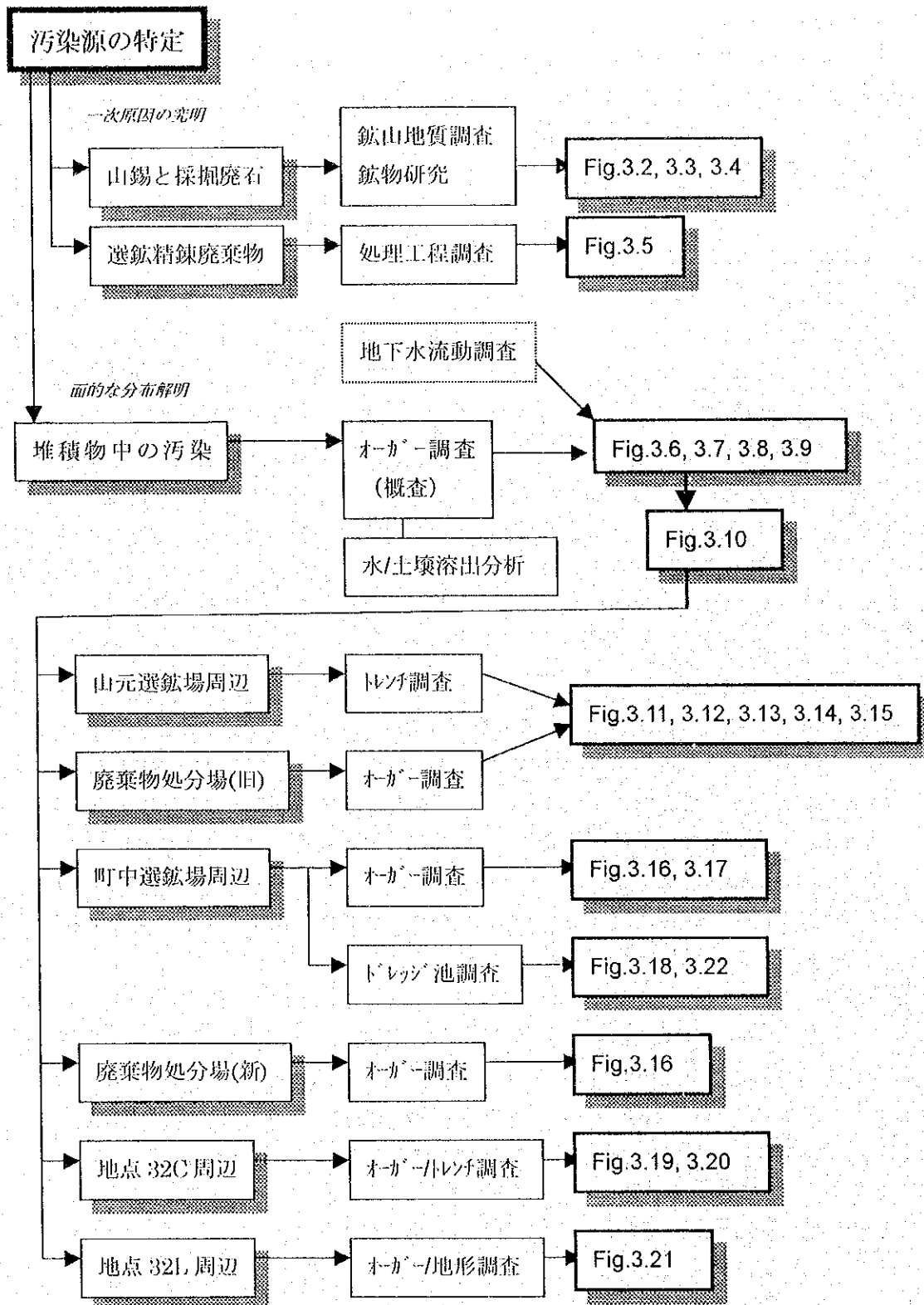


Fig.3.1 Survey Flow of Contaminated Area Identification

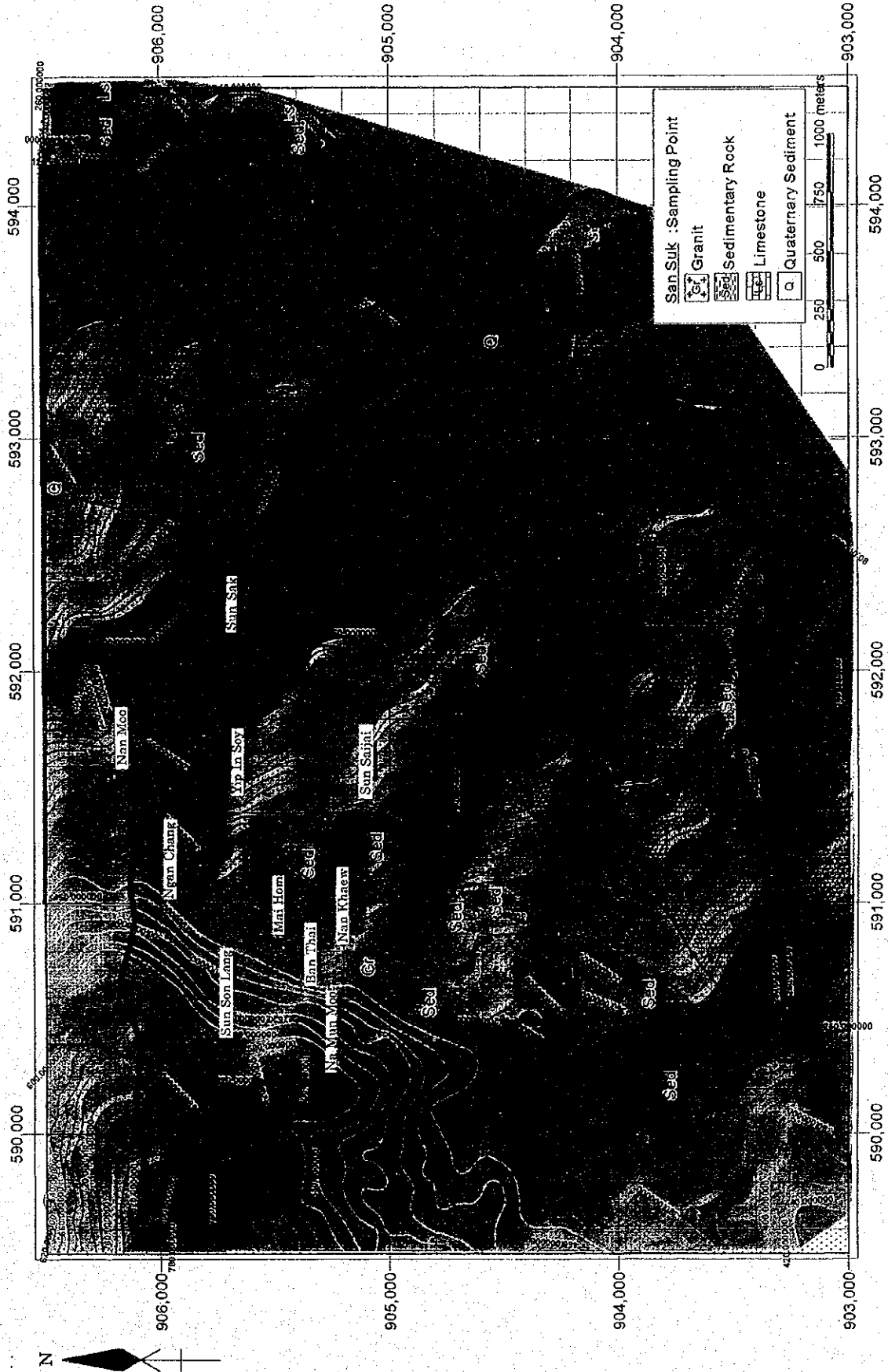


Fig 3.2 Mining Geological Map

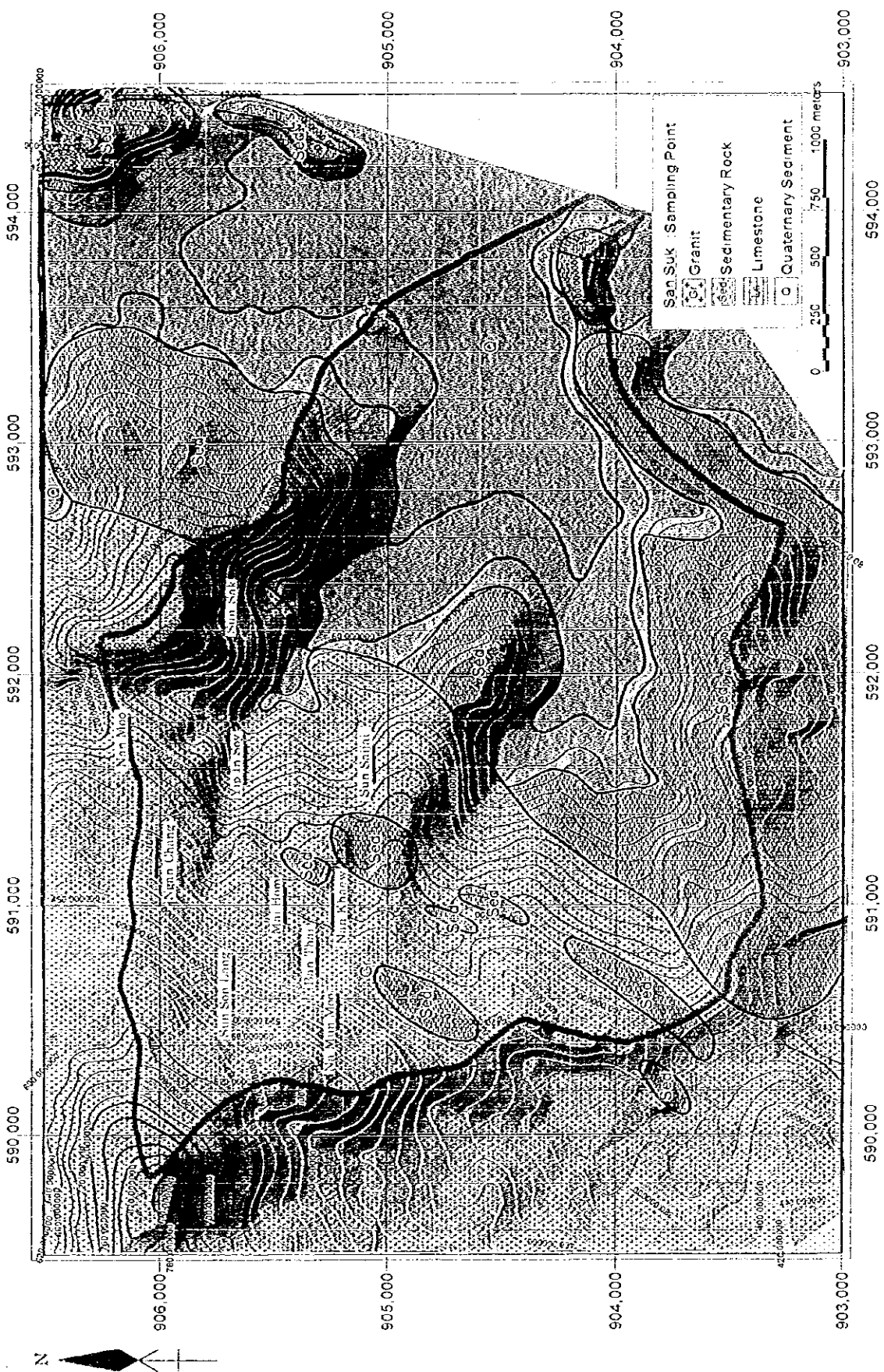


Fig 3.2 Mining Geological Map

鑑察された。

採掘跡の坑口あるいはトレンチ（露天掘跡）の規模から推定される一次鉱床の産状は脈状で、走向ほぼ東西、傾斜ほぼ垂直である。その規模は水平延長 100m 程度、脈幅数 10cm であり、これらの鉱脈が 10m 程度の間隔をもち数条雁行し、一つの鉱床帯を形成しているものと推定される。鉱石鉱物は確認できなかったが、記録によれば錫石を主体とし、鉄マンガン重石を随伴したという。脈石鉱物は、石英、長石類、白雲母等の花崗岩の構成鉱物に加えグライゼン化に伴う金雲母、電気石が比較的多量に随伴される。更に硫化鉱物として、鉱床帯においては数%オーダーの硫ヒ鉄鉱が認められる。硫ヒ鉄鉱は、還元状態では溶解度が低く、比較的安定であるが、酸化状態になると不安定となり流動する。すなわち、天水にさらされる事により酸化雰囲気となりヒ素の流動が生じることとなる。このことは、鉱化帯における錫の採掘はヒ素の流動を促す大きな要因であると言える。

土壌 40 試料の調査結果を Fig 3.3 および Table 3.1 に示す。本表を基に、ヒ素の溶出量につき岩質別にとりまとめると、風化花崗岩 (decomposed granite) は 19 試料で 4.4~610 $\mu\text{g/l}$ の範囲に分布し単純平均は 69.2 $\mu\text{g/l}$ となる。花崗岩由来土壌は 11 試料で、5.3~270 $\mu\text{g/l}$ の範囲に分布し、平均 66.8 $\mu\text{g/l}$ である。一方、堆積岩由来土壌は、9 試料で n.d.~28 $\mu\text{g/l}$ の範囲に分布するが、8 試料が n.d. で 1 試料のみが 28 $\mu\text{g/l}$ を示した。従って、この試料は異常値と見なすことができ、堆積岩分布域ではヒ素の溶出は無いものと見なしうる。残余の 1 試料は河川堆積物を覆う被覆土壌で 10 $\mu\text{g/l}$ を示した。土壌を含む花崗岩類中の分析値の分布をみると鉱化帯においては、100 $\mu\text{g/l}$ オーダー（最大 610 $\mu\text{g/l}$ ）のヒ素溶出量を示すが、鉱化帯を離れると、10 $\mu\text{g/l}$ 前後の溶出量となる。すなわち、鉱化帯と非鉱化帯とは、ヒ素溶出量において約 10 倍の差があることになり、単純に考えれば、ヒ素鉱物量の差を暗示しているとも解釈できる。ヒ素鉱物を全て硫ヒ鉄鉱から成るものとするれば、鉱化帯においては数%の硫ヒ鉄鉱が認められることより、ほぼ全域に 0.x% 程度の硫ヒ鉄鉱が含有されると、仮定することができる。またこの仮定は、ほぼ全域に硫ヒ鉄鉱を伴うグライゼン化作用が生じていることを示唆する。硫ヒ鉄鉱中の As は 46% であるが、スコロダイト中の As は 32.5% である。従って硫ヒ鉄鉱が酸化されスコロダイトに変化すれば、30% $[(46.0-32.5)/46.0 \times 100]$ の As が溶脱されることになる。硫ヒ鉄鉱の比重は平均 6.1、スコロダイトのそれは 3.2 であるので、硫ヒ鉄鉱の酸化に伴い、鉱物の相対的体積は 1.9 倍 (6.1/3.2) に増加する事となり、適当な空隙が存在しない場合には硫ヒ鉄鉱の約半量が溶出されることとなる。以上を纏めると硫ヒ鉄鉱の酸化により最大約 65% (1-1/1.9 \times 0.3) の As が原位置より溶出されると計算される。実際の推定には、スコロダイトの存在量の把握が必要であるが、今回の調査ではスコロダイト量を推定するのに足る地質調査、鉱物試験を実施していない。従って、硫ヒ鉄鉱と表層土壌の溶出試験結果から As 溶出量を推定し、以下の論述を進めた。



Fig 3.3 Location of Soil Samples at Primary Mining Area

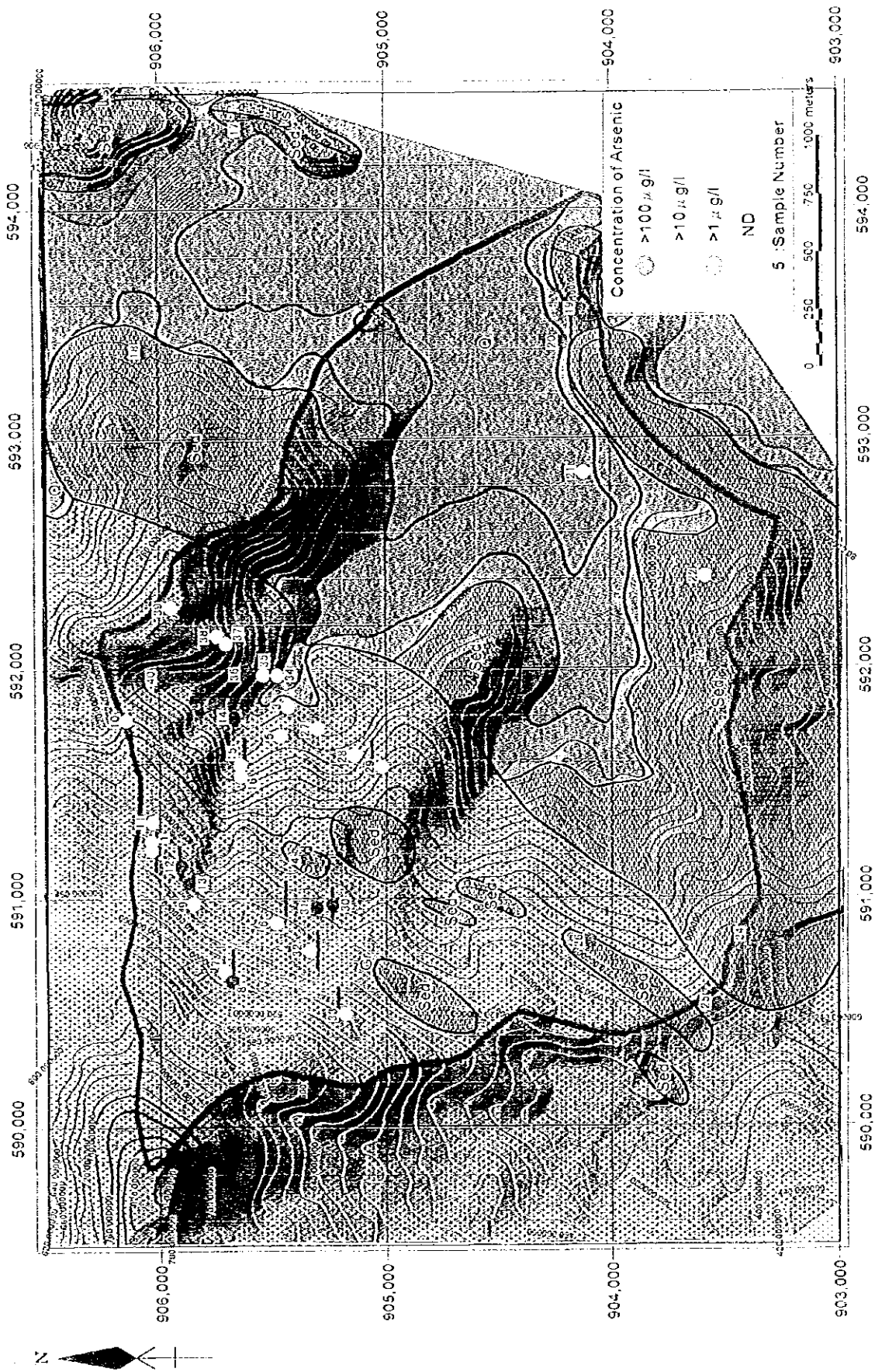


Fig 3.3 Location of Soil Samples at Primary Mining Area

| Sr.No | sample No | UTM coordination | | Analysis | | note |
|-------|-----------|------------------|---------|----------|-----------|--------------------------------------|
| | | east | north | As(ppb) | SO4(mg/l) | |
| 1 | SS98-1 | 591,210 | 906,030 | 14 | 5.7 | BC white, sandy decomposed granite |
| 2 | SS98-2 | 591,210 | 906,030 | 34 | 6.3 | BC brownish-white decomposed granite |
| 3 | SS98-3 | 591,830 | 905,430 | 11 | 6.9 | BC limonite-stained dec. granite |
| 4 | SS98-4 | 591,170 | 905,360 | n.d. | 4.9 | B reddish soil |
| 5 | SS98-5 | 591,730 | 905,480 | 19 | | BC white dec. granite |
| 6 | SS98-6 | 590,890 | 905,480 | 10 | 7.6 | BC brownish dec. granite |
| 7 | SS98-7 | 590,700 | 905,690 | 31 | | ditto |
| 8 | SS98-8 | 590,680 | 905,660 | 610 | 7.3 | ditto |
| 9 | SS98-9 | 590,980 | 905,860 | 11 | 4.9 | ditto |
| 10 | SS98-10 | 591,770 | 906,160 | 23 | 5.5 | ditto |
| 11 | SS98-11 | 591,310 | 906,050 | 24 | 3.3 | ditto |
| 12 | SS98-12 | 591,150 | 905,900 | 190 | 9.8 | BC light brownish dec. granite |
| 13 | SS98-13 | 591,050 | 905,870 | 7.8 | 5.1 | BC brownish dec. granite |
| 14 | SS98-14 | 591,750 | 905,650 | 4.4 | 14.4 | BC brownish dec. granite |
| 15 | SS98-15 | 591,570 | 905,630 | 28 | 9.1 | BC brownish dec. granite |
| 16 | SS98-16 | 591,560 | 905,620 | 11 | 6.5 | BC slightly brownish dec. granite |
| 17 | SS98-17 | 594,370 | 905,600 | n.d. | 4.7 | B brown soil |
| 18 | SS98-18 | 593,370 | 906,070 | n.d. | 13.3 | B grey soil |
| 19 | SS98-19 | 593,580 | 904,150 | n.d. | 6.7 | B grey clayey |
| 20 | SS98-20 | 593,430 | 904,220 | n.d. | 6.5 | B brownish soil |
| 21 | SS98-21 | 592,830 | 904,130 | 10 | | B yellowish clay |
| 22 | SS98-22 | 592,460 | 903,580 | 28 | 5.1 | B reddish brown clay |
| 23 | SS98-23 | 592,060 | 903,550 | n.d. | 12.0 | B reddish brown clay |
| 24 | SS98-24 | 590,820 | 903,390 | n.d. | 4.5 | B brown sand |
| 25 | SS98-25 | 590,520 | 903,560 | 5.3 | 10.8 | AB grey soil with plant root |
| 26 | SS98-26 | 590,800 | 904,090 | n.d. | 3.9 | AB grey soil with plant root |
| 27 | SS98-27 | 591,740 | 905,320 | 29 | 4.6 | AB grey soil with plant root |
| 28 | SS98-28 | 591,600 | 905,130 | 40 | 6.3 | AB grey soil with plant root |
| 29 | SS98-29 | 591,550 | 905,050 | 23 | 10.0 | AB grey soil with plant root |
| 30 | SS98-30 | 590,970 | 905,240 | 200 | 5.7 | BC brownish dec. granite |
| 31 | SS98-31 | 590,950 | 905,300 | 9.1 | 6.7 | BC brownish dec. granite |
| 32 | SS98-32 | 590,780 | 905,350 | 56 | 6.9 | BC brownish dec. granite |
| 33 | SS98-33 | 590,540 | 905,320 | 22 | 10.4 | BC brownish dec. granite |
| 34 | SS98-34 | 591,980 | 905,510 | 43 | | AB grey soil with plant roots |
| 35 | SS98-35 | 591,980 | 905,570 | 30 | 12.3 | AB grey soil with plant roots |
| 36 | SS98-36 | 592,000 | 905,620 | 270 | | AB grey soil with plant roots |
| 37 | SS98-37 | 592,110 | 905,700 | 48 | | B light brown clay |
| 38 | SS98-38 | 592,150 | 905,750 | 54 | 3.3 | B grey soil |
| 39 | SS98-39 | 592,260 | 905,950 | 22 | 6.9 | B light brown clay |
| 40 | SS98-40 | 591,990 | 905,970 | 170 | 5.3 | B grey sandy |

Table 3.1 Analytical Result of Soil Samples

以上を総括すれば次表の通りとなる。

| | ヒ素溶出量 | 硫ヒ鉄鋳量 |
|---------|---------------|-------|
| 花崗岩鋳化帯 | 100 μ g/l | 数% |
| 花崗岩非鋳化帯 | 10 μ g/l | 0.x% |
| 堆積岩 | 無 | 無 |

本表より、溶出するヒ素が全て硫ヒ鉄鋳に由来するものとするれば、ヒ素溶出量と硫ヒ鉄鋳量との間には 1/10 万の関係があると読みとることができる。

本表をもとに、ロンビブン盆地に供給され得るヒ素量を計算する。ロンビブン盆地に堆積物を供給する範囲は分水嶺にて境され、Fig 3.2 において赤線にて囲まれる範囲である。この範囲に含まれる花崗岩分布域は 3,808,825 m^2 である。鋳床帯の規模を前述の記載より延長 150m、幅 50m とすれば、その分布範囲の面積は、7,500 m^2 となり、10 鋳化帯が存在するとすれば、鋳化帯区域は合計 75,000 m^2 となる。従って可溶ヒ素量は花崗岩の比重を 2.6 とすれば、深度 1m 当たり非鋳化帯区域で 97.084kg、鋳化帯区域で 19.50kg、合計 116.58kg となり、平均溶出量は 11.77 μ g/l と計算される。従って、鋳化帯の存在はヒ素負荷量を約 18%増加させることとなる。

Fig 3.2 に示すルーフペンダント状の堆積岩類の傾斜は東部域に分布する堆積岩類と同様に南東約 30° である。そこで、現地形を 200m グリッドにて切峰面図を作成し、地形復元を行えば、これらのルーフペンダント状堆積岩類は作図上、一連の分布をなす様になる。切峰面図を Fig 3.4 に示す。この場合の復元地形と現地形との標高差、平均約 35m は剥削量であると仮定される。この剥削量のうち、花崗岩質岩の占める量は概算 166,845,725 m^3 となる。鋳化帯分布率が現在と同一であったと仮定すれば、溶出可能ヒ素量は 5,027.73kg となる。また残存する硫ヒ鉄鋳量は、その後の溶出による減量がなかったと仮定すれば約 503,000t となる。なお試錐コアの重鋳物研究では、種々の深度において微量の硫ヒ鉄鋳が鏡下において確認されており、碎屑作用により硫ヒ鉄鋳は細粒化され、硫ヒ鉄鋳のままの形態で表流水により運搬されたことを証明している。なお、堆積岩地域を含む全剥削量は 279,3116,950 m^3 であり、比重 2.6 とすれば 726,224,070t となる。

一方、後述のボーリング調査により得られた調査地域の基盤深度分布図より、現地形と基盤までに充填された未固結堆積物の占める空間容積を試算すると、約 12,109,300 m^3 と計算される。未固結堆積物の比重を 1.8 とすれば 21,796,740t の堆積物が存在することとなる。上述の硫ヒ鉄鋳(503,000t)が全量計算範囲内に滞留したと仮定すれば、全硫ヒ鉄鋳濃度は 2.3%(鋳物量)と計算されるが、堆積物の残存量比と同じ比率で硫ヒ鉄鋳が残っているとした場合には、全硫ヒ鉄鋳濃度は 0.069%(鋳物量)となる。土壌調査において、硫ヒ鉄鋳含有量と、その可溶ヒ素量の関係は含有量の約 1/10 万が可溶量であるとみなされると仮定し得たので、上述の硫ヒ鉄鋳量に対する可溶ヒ素量は 151kg であると算出される。

現在の花崗岩分布範囲よりの溶出可能量 114.82kg と未固結堆積物からの溶出可能量 151kg が年間降雨(2300mm)に全て溶けだすものと仮定すれば、表流水を含む地下水のヒ

素濃度は平均 $14.52\mu\text{g/l}$ となる。このうち鉱床帯の自然状態に対する負荷寄与率は 18%と算出されており、鉱床帯は $2\mu\text{g/l}$ の上昇に寄与すると算出される。

以上を総括すれば、一次鉱床に伴う下流域に対するヒ素の負荷量は、自然状態に比し若干の負荷量増加という寄与はあったにしても、これが主たる負荷要因になったということは断言できない。一方、浅層部においては、広範囲に渡り、ほぼ全ての試錐コアより製錬廃物と推定される金属鉄、青銅、金属錫、錫含有鉱滓等が鏡下で確認されており、扇頂より更に上流域で錫製錬が古くより実施されていた可能性が推測され、負荷要因となっている可能性を示唆している。

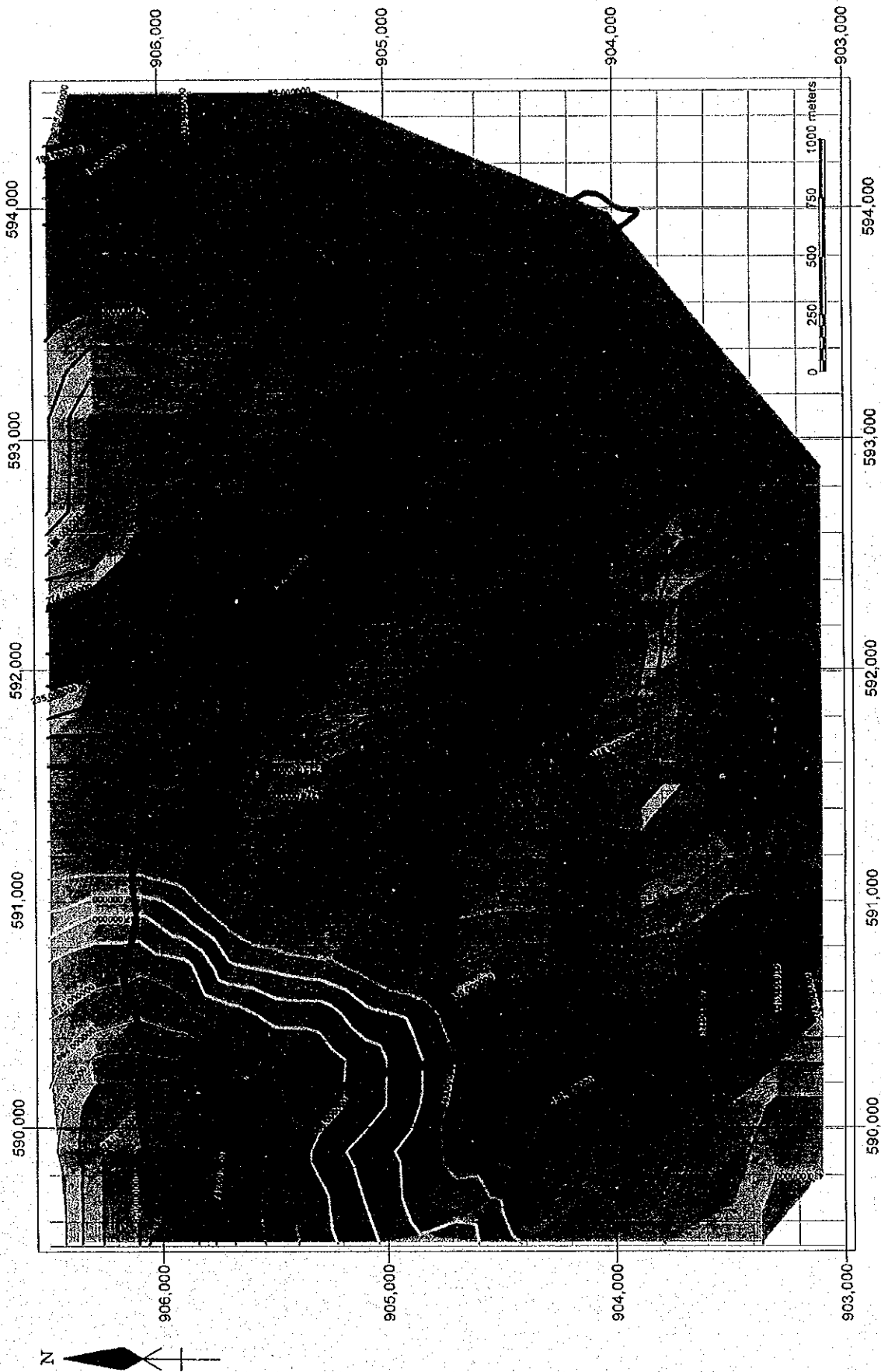


Fig 3.4 Summit Level Map

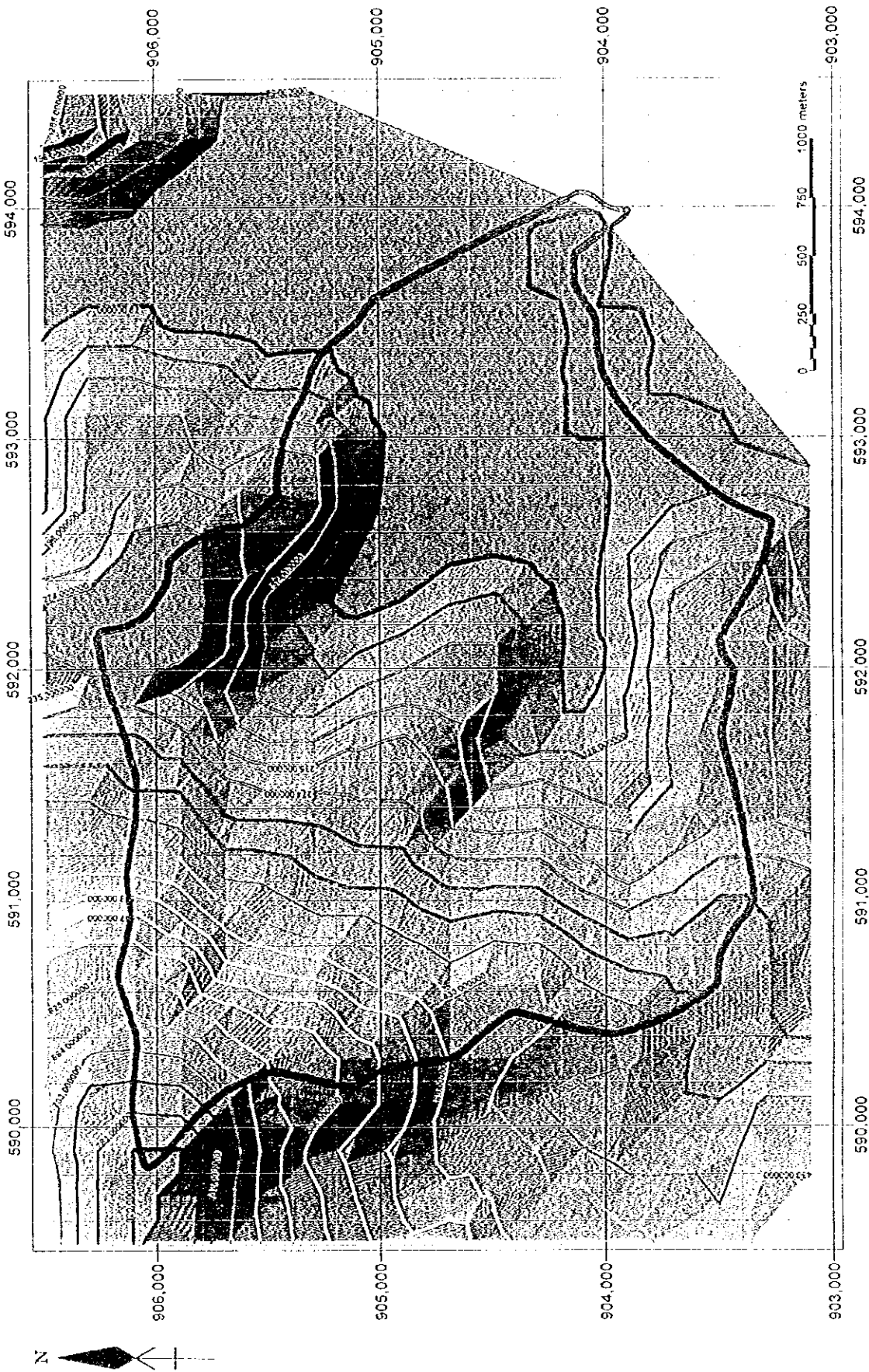


Fig 3.4 Summit Level Map

3.2 選鉱精錬廃棄物

3.2.1 選鉱処理フロー

ロンビブン行政区には、3箇所の選鉱場が知られている。2箇所は現在操業されていない選鉱場跡であり、花崗岩の貫入に伴い気成鉱化作用により形成された鉱脈中に濃集した山錫の選鉱を行っていた。山錫には銅、亜鉛、鉄等の硫化物等不純物が含まれており、浮遊選鉱、物理選鉱等のプロセスにより不純物を取り除き、錫の純度を上げて行く。ヒ素を除くためには、ばい焼工程が必要である。もう1箇所は現在も操業中であり、山錫が自然の風化作用で削られ、雨などで洗われる過程で、比重が重い場合、河川の浅い箇所、底、岸などに溜まった2次鉱床（砂錫）の選鉱処理を行っている。いずれも産物は酸化錫(SnO_2)であり過去の知見では酸化錫(SnO_2)を錫(Sn)に製錬する製錬所はなかったが、今回の鉱物研究の結果から、山元、町中選鉱場の内部及び近傍のボーリング箇所選鉱製錬のスラグと考えられる錫、ヒ素を含有する珪酸塩物質が見つかっており、小規模又は試験的な乾式製錬工程が存在していた可能性がある。

3.2.2 現場調査

(1) 分析結果

汚染概況調査結果を Table 3.2 に示す。本表では、溶出分析と段階溶出分析を比較するために、溶出分析値は10倍し、元試料重量当たり溶出量としている。即ち、溶出濃度(mg/l)は元試料重量当たり溶出量を1/10した値である。

CS98-1~5までは、ロンビブン行政区東 Kao Suan Chan に点在する錫1次鉱床群に残されている含ヒ素錫鉱石である。これら鉱石は振動ミルで粉碎した後、溶出分析に供した。ヒ素溶出濃度 $0.01\sim 0.069\text{ mg/l}$ ($0.1\sim 0.69\text{ mg/kg}$) で、錫1次鉱床地域の土壌の溶出分析結果と同程度であり、地質調査結果（一次鉱床に伴う下流域に対するヒ素の負荷は少ないと考えられる。）と整合的である。

山元選鉱場及び町中選鉱場跡内及び周辺で選鉱廃棄物が混じったと思われる試料をサンプリングし、溶出、段階抽出分析を行った。全体的として、溶出分析のヒ素溶出量に比べて段階抽出分析の各相での抽出量は数十倍高く、吸着したヒ素など2次的なヒ素の挙動、ヒ素汚染機構の解明には不十分である。また、全体として、オーガー調査の土壌試料、ボーリングコア試料の段階抽出分析の平均値と比較すると、イオン交換相 (Phase2、Exchangeable)のヒ素濃度が4~12倍の値を示し、溶けやすいヒ素が多いと考えられる。

山元選鉱場跡 (No.2) で、吸着・有機物相が抽出比率 100%近くを占め、 $1,400\text{ mg/kg}$ 以上の非常に高濃度のヒ素が検出されたが (CS-98-6)、山元選鉱場跡でのトレンチ調査 (T-1-10) でも吸着・有機物相比率 98%、濃度 $35,000\text{ mg/kg}$ の試料があり、同種の廃棄物の可能性が高い。

町中選鉱場 (No.1)、廃滓を含む土壌 2 試料 (CS-98-8,9)、錫鉱石 (硫ヒ鉄鉱を含む。CS-98-10) 1 試料、錫選鉱廃棄物と想像される試料 (CS-98-11) ばい焼炉跡上部の煤塵と

| Sample Code | Elution | | | | | | | | | | Sequential Extraction | | | | | Sample Description |
|-------------|---------|-----|-----|-------|------|------|------|---------|---------|---------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|
| | Cd | Cu | Mn | Pb | As | Zn | Fe | Phase 2 | Phase 3 | Phase 4 | Phase 5 | As (mg/kg) | As (mg/kg) | As (mg/kg) | | |
| | (µg/kg) | | | | | | | | | | As (mg/kg) | | | | As (mg/kg) | |
| CS-98-1 | 14 | 48 | 23 | 200 | 0.47 | <0.5 | 29 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-2 | 5.8 | 170 | 57 | 120 | 0.1 | <0.5 | 9.6 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-3 | 110 | 79 | 270 | <5 | 0.69 | 10 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-4 | 37 | 93 | 41 | 740 | 0.36 | 0.7 | 35 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-5 | 12 | 49 | 100 | <5 | 0.31 | <0.5 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-6 | 100 | 870 | 55 | 270 | 31.3 | 11 | 140 | 9.65 | >1,400 | 3.68 | 7.92 | - | - | - | | |
| CS-98-7 | - | - | - | - | 0.21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-8 | - | - | - | - | 0.79 | - | - | 9.59 | 1.23 | 1.71 | 7.46 | - | - | - | | |
| CS-98-9 | - | - | - | - | 0.15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-10 | 88 | 610 | 90 | 5,100 | 6.22 | 68 | 38 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-11 | - | - | - | - | 0.23 | - | - | 3.17 | 5.57 | 1.1 | 1.73 | - | - | - | | |
| CS-98-12 | - | - | - | - | 1.22 | - | - | 4.86 | 2.15 | 4.64 | 3.47 | - | - | - | | |
| CS-98-13 | - | - | - | - | 0.29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-14 | - | - | - | - | 0.11 | - | - | 4.55 | 4.2 | 5.07 | 9.98 | - | - | - | | |
| CS-98-15 | - | - | - | - | 0.05 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-16 | - | - | - | - | N.D. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-17 | 21 | 83 | 69 | <5 | 0.33 | <0.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-18 | 34 | 42 | 160 | 20 | 0.54 | <0.5 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-19 | 27 | 65 | 250 | <5 | 0.51 | <0.5 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| CS-98-20 | 36 | 12 | 140 | 5.5 | 0.25 | <0.5 | 0.41 | - | - | - | - | - | - | - | | |

Elution Parameter
Sequential Extraction :As,Fe,Mn,Cd,Cu,Zn,Pb
:As

Sequential Extraction
Phase 2 Exchangeable phase
Phase 3 Organic and Absorbed phase
Phase 4 Sulfide phase
Phase 5 Fe and Mn oxide phase
Elution

As analysis of elution is as same analysis procedure as Phase 1 of sequential extraction

Table 3.2 Analytical Result of Samples at Source Sites

推定される試料1個 (CS-98-12)、浮遊選鉱工程ビット内スライム (CS-98-13) などをサンプリングした。これらの試料は全体として、溶出量、段階抽出量とも低い値であったが、ボーリング調査結果より選鉱場内 No.13 のボーリングコア深度 3~4m より浅い土壌での溶出分析濃度が 0.44~0.84mg/l と高いヒ素濃度を検出している。また、選鉱場内の地下水試料 (オーガー観測井、既存井戸) のヒ素濃度はいずれも非常に高い値を検出しており、選鉱場内には含ヒ素廃棄物が存在していると判断される。

町中選鉱場内の地下水ヒ素分析結果

| | ヒ素濃度(mg/l) (原子吸光分析値) | |
|------|----------------------|----------------|
| MW 1 | 2.0 | 選鉱場建屋外側 |
| MW 2 | 1.0 | 選鉱場建屋外側 |
| 22g | 12.0 | 選鉱場建屋外側、観測井仕上げ |

(2) 町中選鉱場の含ヒ素廃棄物推定量

聞き取り調査等から町中選鉱場の含ヒ素廃棄物を推定した。本選鉱場は操業時は最大約 3t/日の粗鉱を処理しており、全体で 10~30 千 t を処理していたと考えられる。Fig 3.5 に推定鉱量バランスを表す。鉱石中のヒ素は品位 3~5%、量は全部で 900~1,500 t と推定される。ばい焼工程より上流の工程ではヒ素は硫化物の形で廃棄物として産出される。その量は 5,400~9,000 t、品位は 10%程度である。ばい焼工程ではヒ素は原則的には酸化物 (亜ヒ酸、 As_2O_3) となるが、ばい焼条件によれば、硫酸塩、ヒ酸塩も生成する。また、燃焼プロセスのコントロールが不十分なケースでは未反応のヒ素の硫化物も存在する。即ちヒ素の酸化物主体の廃棄物は 1,000~1,800t、ヒ素含有量 25%と推定される。これらの選鉱廃棄物は、上述のごとく現在選鉱場内及び選鉱場外の堆積場周辺に残っていると判断されるが、今回の推定量に比べて少ない量と考えられ、オーガー調査、ボーリング調査及び聞き取り調査等から、その多くはロンビブン行政区内及び市街地等に廃棄されてきたと推定される。

3.3 堆積物中の汚染源探査

3.3.1 オーガー調査による絞込み

汚染地下水の分布把握および汚染源探査の第一段階として、1998年8月~11月の期間に、調査地域内を約 140m 間隔の格子状に区切り、306 の格子点でオーガー調査を行った。オーガー調査ではハンドオーガーにより最大深度 5m までの掘削を行い (最終の深度は地下水が得られるまでとし、5m 深でも地下水のない地点では水を採取しなかった。) 地下水および土壌の採取、各種測定を行った。採取地点を Fig 3.6 に示す。土壌の採取深度は 30cm と 100cm 深で行い、土壌溶出試験によるヒ素と硫酸イオンの分析を行った。また地下水 (以後井戸による水との区別の為オーガー水と呼ぶ) の採取時にはあわせて pH、ORP、水温、EC、ヒ素を現場測定した。またヒ素はラボ内で原子吸光による分析も行った。

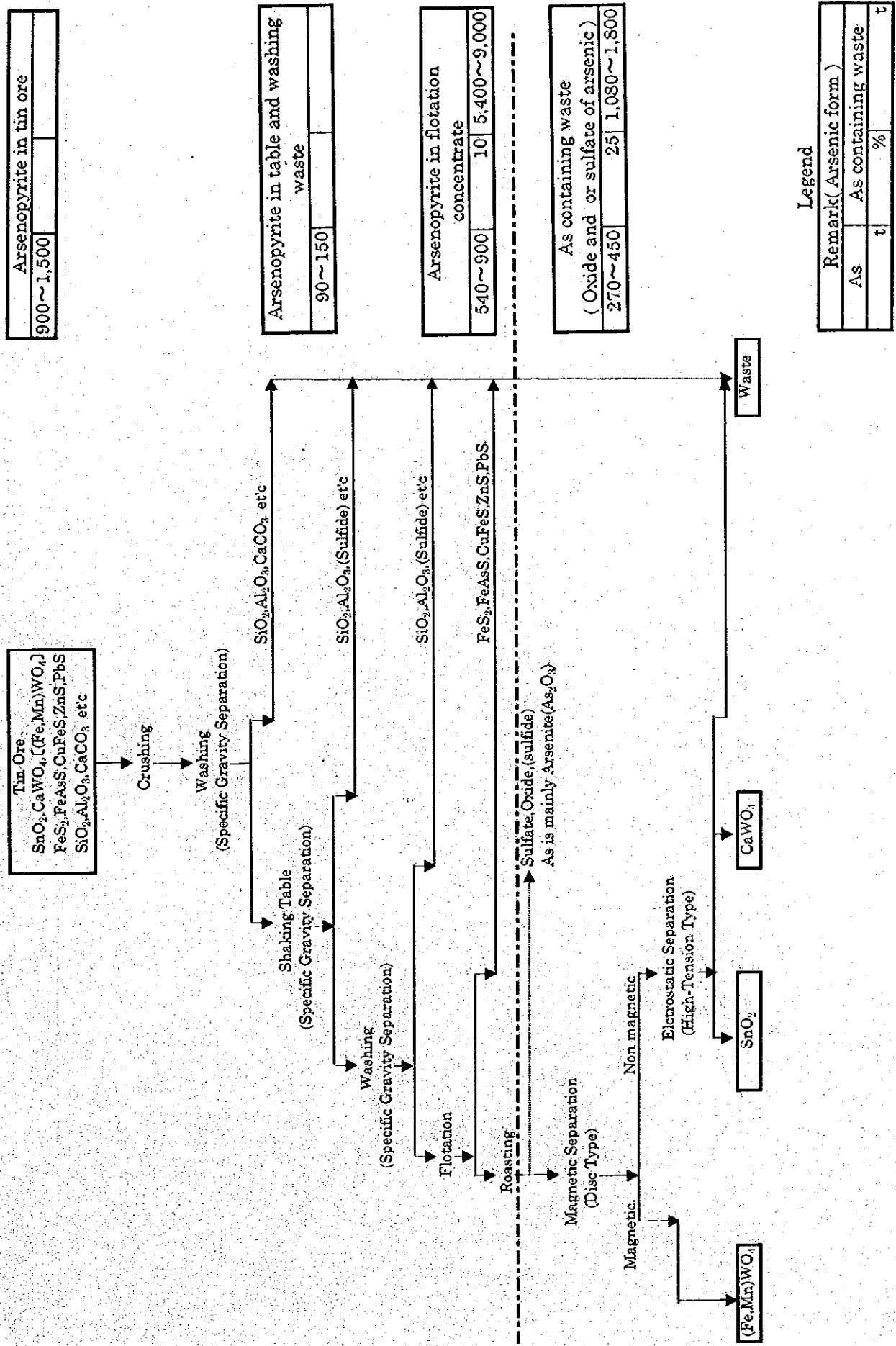


Fig.3.5 Material Balance of the Town Concentrator

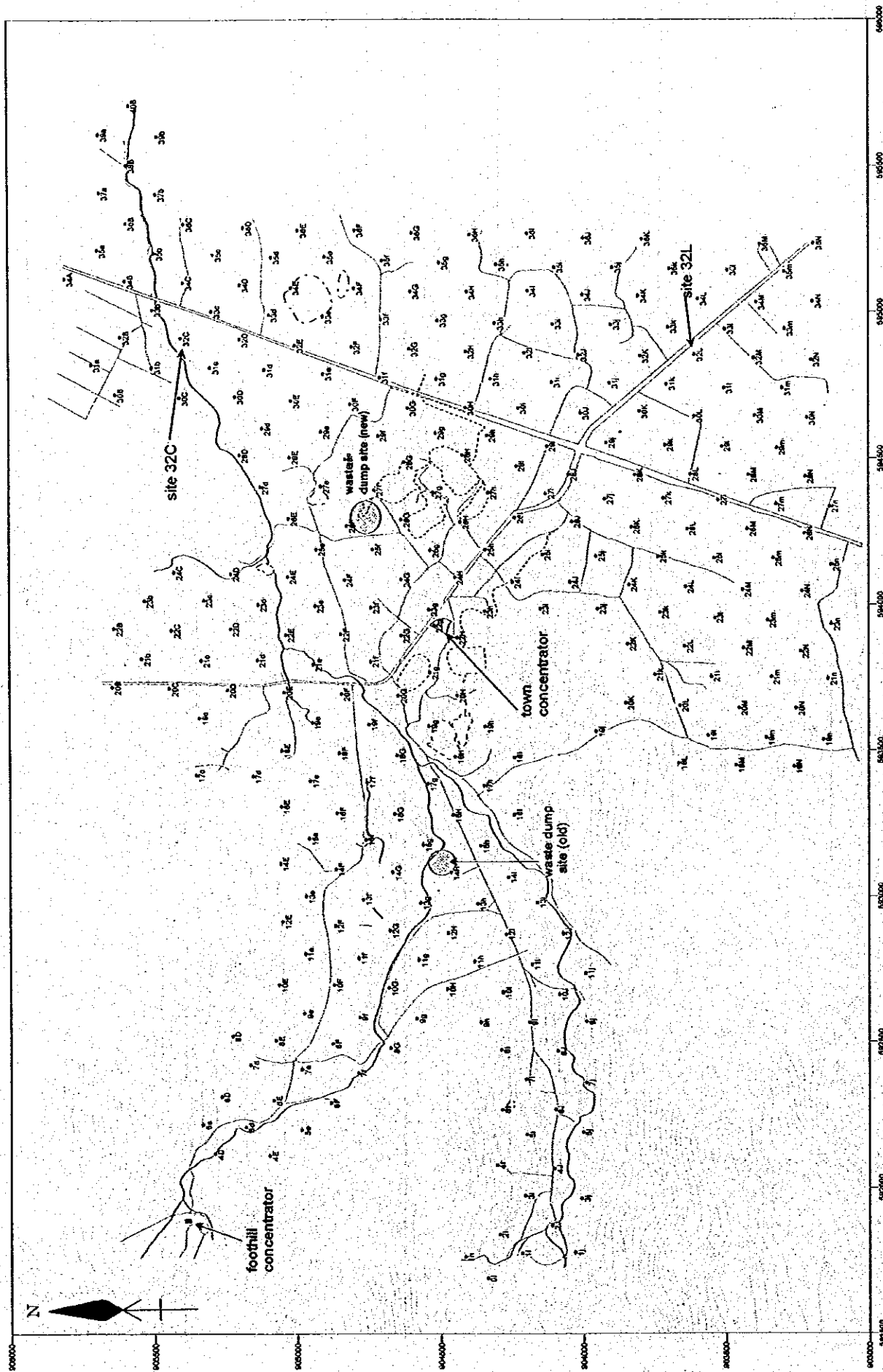


Fig 3.6 Location of Auger Survey Points (1998)