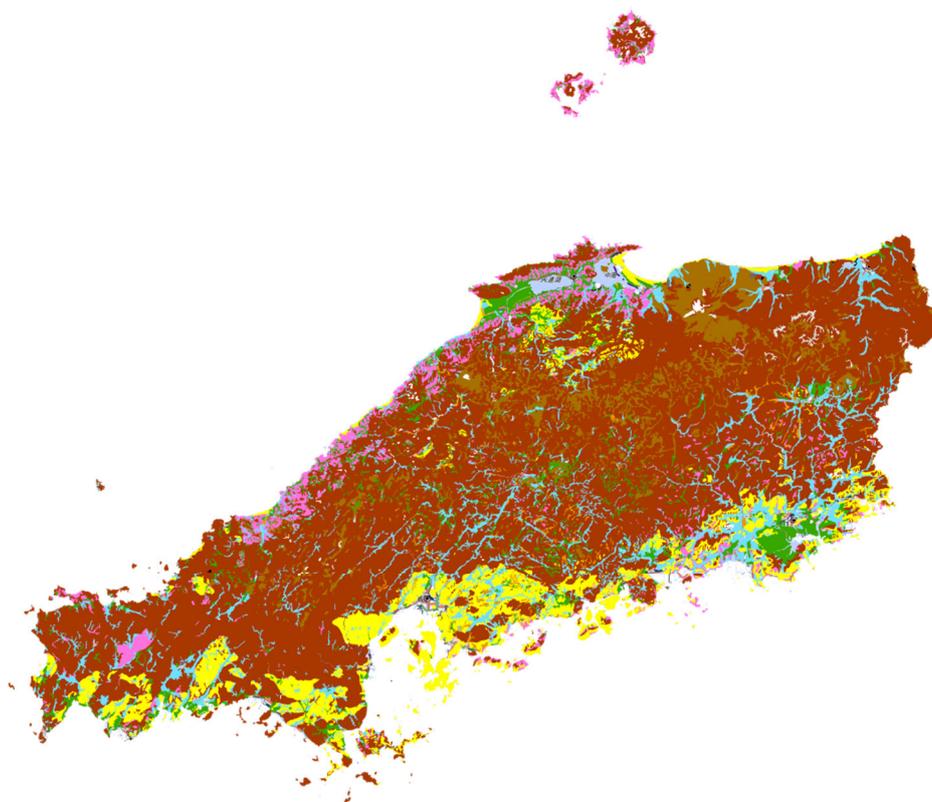


表層土壤評価基本図～中国地方～

Geochemical and risk assessment map of subsurface soils of Chugoku region



令和6年 2024年

**【ご利用にあたって】**

本評価基本図中の基図として使用した土壌図は、国土交通省国土調査課が国土調査による20万分の1土地分類基本調査（土壌図）の成果をもとに、加工・編集したものである。これらの成果は国土交通省の承認を得て使用しており、成果をそのまま複製もしくは有償で頒布することは禁じます。

## 表層土壌評価基本図～中国地方～

### Geochemical and risk assessment map of subsurface soils of the Chugoku region

原 淳子・川辺能成\*・土田恭平

HARA Junko, KAWABE Yoshishige, TSUCHIDA Kyohei

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

地圏資源環境研究部門 地圏環境リスク研究グループ

(\*元地圏環境リスク研究グループ, 現早稲田大学)

#### 1. はじめに：「表層土壌評価基本図～中国地方～」作成に当たって

2011年に、土壌に含まれる自然由来の重金属類が法規制対象となった。現行法では、自然由来も浄化対象となったものの、同程度の重金属類サイト同士の土壌搬入や建設資材用途としての規制緩和により、その利活用もしやすい法と変化してきている。しかし、災害やインフラ工事等に伴って発生する災害土砂・建設残土中に有害物質が含まれる場合は、土壌粒子の暴露や有害物質溶出によるリスクが懸念されるため、その対策が必要となる。また、汚染が発覚した際の汚染浄化や各種インフラ整備時の環境対策を講じるため、事前に有害元素の土壌バックグラウンド情報を得ておくことは必要不可欠である。

わが国は地質構造が複雑で、火山や地熱活動の活発な国土では、土壌環境基準を一律に規定するのではなく、各地域のバックグラウンド情報を加味した地域性のある基準を作成する必要がある。そのため、広域的な表層土壌の基盤情報を取得することは急務である。

以上を踏まえ、表層土壌評価基本図は、都道府県単位の調査から、地方ごとの広範囲を網羅する調査に切り替え、土壌と表層地質条件との相関を得やすくなるように土壌採取地点の選定方法を変更し、整備を行うこととした。本評価基本図は、2021年に出版した四国地域(原ほか, 2021)、2023年の九州・沖縄地方(原ほか, 2023)に続く3地域目の出版となる。

中国地方の基盤地質はとても古く、先カンブリア時代に形成された古い大陸地殻から白亜紀にかけての地質体が分布し、その後の火山活動や貫入岩により形成された鉱床が多数賦存している。現在は、非金属鉱床の採掘が行われているものの、かつては多数の金属類の採掘が行われており、鉱害防止対策工事が行われてきた歴史も古い地域である。

本評価基本図は、表層土壌を対象とした調査を行った結果の土壌化学データ、各成分の分布図、有害金属類のリスク評価図の3種の図表をPDFファイルおよび位置情報を有するKMZファイルとして配信する。詳細データや空間的な対象元素の濃度分布、人体への健康リスク情報について、用途に応じて参照されたい。

## 2. 中国地方の概要

### 2.1 中国地方の自然環境および産業

#### 2.1.1 自然環境

中国地方は、他の地域と比較して大きな平野が少なく、際立って峻険な山地も少ない(図1)。中央に東西約300 kmにわたって位置する標高1000~1500 mの中国山地は、この地域を日本海側と瀬戸内海側に分ける脊梁山地であり、脊梁山地周辺には標高500~900 mの吉備高原、標高200~450 mの世羅台地といった浸食平坦面が分布し、それらの縁にさらに低位の100~250 mに分布する瀬戸内内面が位置し、大きく4段の浸食平坦面が位置している(藤原,1996)。西南日本弧に属する中国地方には、現在活発な噴気活動のある火山は存在しないが、第四紀以降に活動した火山は鳥取県の大山と蒜山、島根県の三瓶山と大江高山の2地域である(小倉, 2004)。その他小規模の火山体からなる火山群が位置しており、山口県北部に阿武単成火山群、山口県東部から島根県西部にかけて青野山火山群、鳥取/島根県境地域の横田単成火山群、鳥取/兵庫県境に位置する扇ノ山単成火山群の分布が見られる。

中国地方には、規模の大きいカルスト地形が分布することが特徴であり、山口県の秋吉台、広島県の帝釈台、岡山県の阿哲台が代表的である。これらの石灰岩は古く、石炭紀~ペルム紀の赤道付近のサンゴ礁が付加体中に取り込まれたものと報告されている(日本地質学会, 2009)。

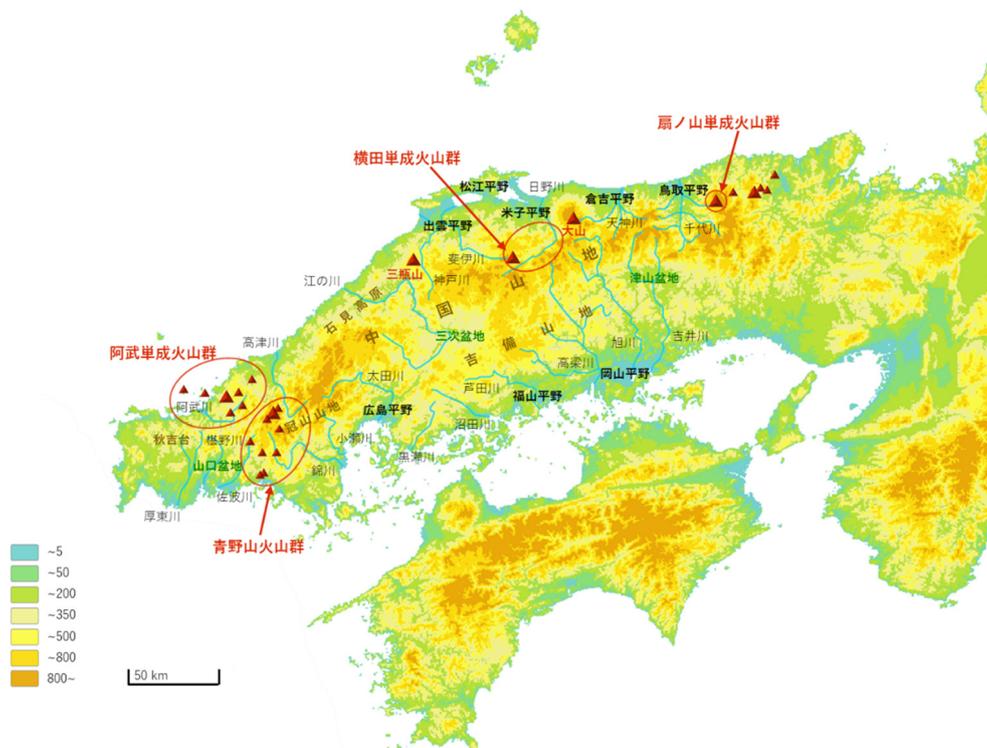


図1. 中国地方の地形 (基図：国土地理院地理院地図 GCI Maps)

また、先に述べた通り、他の地方に比べて広い平野の分布がないことが特徴的であり、比較的大きめの平野が分布するのは、鳥取県から島根県にかけて位置する千代川、天神川、日野川、斐伊川などの1級河川の下流部に形成された沖積平野で、鳥取平野、倉吉平野、米子平野、出雲平野などが分布する。鳥取／島根県境沿岸に発達した弓ヶ浜半島は、日野川によって大山近傍から運ばれた砂礫によって形成されたもので（大西・高安，1982）、中国山地の土砂が日本海側に流入した要因には、近代以降に盛んになった砂鉄の採取も一因であることが報告されている（貞方・赤木，1985）

瀬戸内側に形成されている沖積平野としては、吉井川と旭川下流部の岡山平野、芦田川下流の福山平野、太田川下流の広島平野が主要な平野で、これらの平野河口部には数10mの沖積層が厚く堆積している。

### 2.1.2 気候

中国地方の気候は、中国山地を境に、山陰側の日本海式気候地域と山陽側の瀬戸内式気候に分けられる。山陰側は年間を通じて降雨があり、冬季は降雨と降雪量が多い。そのため、山陰内陸部から中国山地にかけては積雪地帯になっている。中国地方で最も年降水量が多いのは中国山地の山沿いで、年間3000mm近い値を呈している。それに対し、瀬戸内海沿岸の岡山県、広島県沿岸では年間を通じて雨量が少なく、特に冬季は雨が少ない。降水量の少ない岡山県南部の年間降水量は1000mm程で、喝水がしばしば問題になる。一方、年間平均気温の傾向はこの逆で、山陽側沿岸部で最も高く約16℃程度で、山陰側はこれより1℃低く、中国山地の山沿いでは5℃ほど低い気温となっている。このような気候の違いは、長年にわたる風化や浸食速度に影響を与えてきた。

### 2.1.3 産業および農業

中国地方では、古くから製鉄に関する継承技術があり、瀬戸内海沿岸域を中心に造船、製塩、木綿、陶磁器などの産業が発達し、明治期に入ると軍事関係施設や大型工場が国策として配置されることで我が国の四大工業地帯に次ぐ重化学工業地域として、石油・化学、鉄鋼、造船、自動車、工作機械などの基幹産業が発展し、1970年代には、日本海側や内陸部への工場立地が増加した。現在は、素材・素形材産業から加工産業、電気機械、鉄鋼や化学はリサイクル拠点としての役割も担っている。

中国地方の農地は各県ともに水田が7割～8割を占める。夏は涼しい山間部で、冬は温暖な沿岸域平野部で野菜、果樹などの生産が行われ、大山山麓地域では酪農も盛んである。

## 2.2. 中国地方の地質

中国地方の地帯構造に関しては、地質学の学術的な発展に伴った議論が続く地域である。ここで日本地質学会（2009）に基づき、西南日本内帯の帯状構造および地質体の特徴を記す。西南日本の内帯は、日本海側の北西側から南東に向かって、飛騨一隠岐帯、大江山帯、

蓮華帯，秋吉帯，周防帯，舞鶴帯，超丹波帯，美濃一丹波帯，領家帯が日本列島ののび方向に並行して並んでおり，北西側を上位，南東側を下位としたパイルナップ構造を示す(図2)．地質年代としては，北西から南東に向かって，より新しい年代の地質体が並んでいる構造となる．

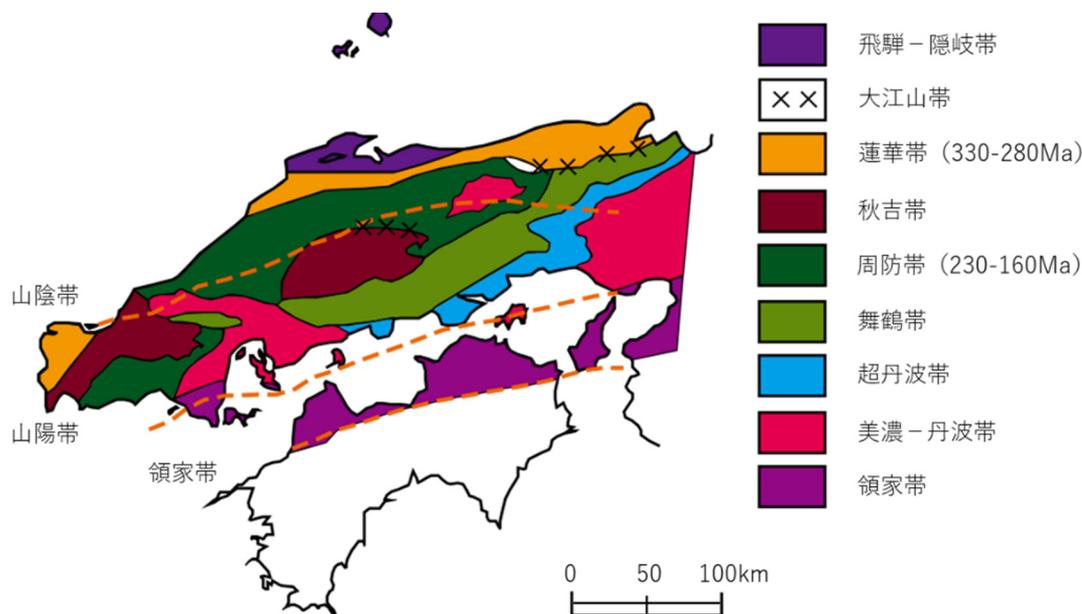


図2 中国地方の地帯構造区分 (地質調査所, 1992; Nishimura, 1998 ; 日本地質学会, 2009)

最も北側に位置する飛騨-隠岐帯は，先カンブリア時代に形成された古い大陸地殻を起源とする低圧型変成岩 (片麻岩) と花崗岩類からなり，中部地方の飛騨山地～隠岐道後に分布する．その南側に位置する大江山帯は原生代末～オルドビス紀 (580～450 Ma) のロニディア大陸分裂の際に生じた海洋地殻とマントルからなるオフィオライトで，大江山，出石，関宮，若桜，多里などの岩体から構成される (Kurokawa, 1985 ; 石渡, 1989 ; 磯崎・丸山, 1991) ．

蓮華帯は石炭紀 (330—280 Ma) の結晶片岩を主体とし，超苦鉄質岩，変斑れい岩，角閃岩などを伴う古期の高圧変成岩からなり (Nishimura, 1998) ，山口県西部まで広がる．秋吉帯は後期ペルム紀の付加体で，秋吉台，阿哲台，帝釈台を代表的な分布域とする．石灰岩とチャートなどの岩塊を含むメラングジュ，砂岩，泥岩などの碎屑岩からなる非石灰岩相からなり，岡山県，広島県，山口県の古生層分布域に相当する (Ichikawa, 1990) ．周防帯は，三疊紀～ジュラ紀 (230—160 Ma) の結晶片岩を主体とし，超苦鉄質岩や変斑れい岩などを伴う高圧型変成岩 (Nishimura, 1998) からなる．後期古生代～前期中生代の付加体が沈み込み時に高圧変成作用を受けた岩石で，山口県から鳥取県にかけて広く分布する．舞鶴帯は

中期～後期ペルム紀の碎屑岩を主体とする付加体と前期ペルム紀（280 Ma）の夜久野オフロイトからなり，広島県，山口県，島根県境に分布する．舞鶴帯の南側に沿って広がる超丹波帯はペルム紀末期の砂岩・泥岩，珪質泥岩，チャート，珪長質火山岩，玄武岩・メラングジュなどからなる付加体で岡山県の東部，広島県南東部で分布する．美濃一丹波帯は，砂岩，泥岩，珪質泥岩，チャート，石灰岩，玄武岩やメラングジュなどからなるジュラ紀の付加体を主体とし，中国地方では，山口県東部，岡山県北東部，島根県西部，島根県東部地域に分布する．領家帯は美濃一丹波帯の南東側に位置し，その南側は中央構造線を挟んで三波川帯と接する．後期白亜紀の領家古期花崗岩類と花崗岩の貫入で変成したジュラ紀付加体の低圧型変成岩や片麻岩から構成されている．

### 2.3 火成活動

中国地方では，前節 2.2 に記載した地帯構造を基盤とし，前期白亜紀～第四紀までは火成活動が広域かつ断続的に続いた．これらの火成活動は，中国地方全域で生じており，これらの火成岩類は岩相・化学組成・帯磁率・随伴する鉱床の種類などにより南北方向の帯状変化が認められている．南側の瀬戸内海側から日本海側へ向かって，領家帯，山陽帯，山陰帯の3帯の火成岩区に区分されており（Ishihara, 1971;1977; Murakami, 1974; 飯泉ほか, 1985; Imaoka *et al.* 1988; 今岡ほか, 1999），この時期の火成活動は後述する中国地方の鉱床生成に深くかかわっている．

領家帯には，広域高温低圧型変成作用により生じた変成岩類に伴って領家花崗岩が露出しており，中国地方では山口県東部柳井や周防大島，瀬戸内海の島々に分布する．領家花崗岩は，前期白亜紀末～後期白亜紀前半に形成され，帯磁率が低いチタン鉄鉱系列（Ishihara, 1977）に属しており，主要な鉱床を伴わないのが特徴である．

山陽帯には前期白亜紀末の小規模な火成活動と主に後期白亜紀前半～中頃のカルデラ形成を伴う大規模な珪長質火成活動があり，白亜紀の古い年代のほうから前期の火成活動に該当する関門期，周南期と後期の火成活動時期にあたる匹見－阿武期にわけられる．関門期および周南期の火山岩は山口県西部に，匹見－阿武期の火山岩は山口県北東から島根県匹見，浜田市南部に，阿武期の火山岩は中国地方の西部の中国山地より日本海側に広域に分布する（Murakami, 1974; 今岡・村上, 1986, 今岡ほか, 1989）．山陽帯の火成岩はチタン鉄鉱系列（一部，山陽帯北部には帯磁率が高い磁鉄鉱系列）に属し，W-Sn-Cu 鉱床をしばしば伴う．また，山陽帯には各々の期に対応して貫入岩が分布しているが，特に広島県の南部を中心に広域に広がる匹見－阿武期のバソリス規模の花崗岩は広島期貫入岩と呼ばれている（今岡ほか, 1994）．

山陰帯には，主に後期白亜紀～古第三紀の珪長質～中間質の火成岩が中国山地以北に分布する．火成岩は古いほうから山陽帯にも分布する匹見－阿武期，大東－上島期，田万川期の3期に分けられる．匹見－阿武期の火山岩は島根県中東部および鳥取/岡山県境に，大東－上島期の火山岩は島根県北東部に，田万川期の火山岩は日本海側に沿って山口県～鳥取

県東部にかけて分布する。これら、山陰帯の火成岩は磁鉄鉱系列に属し、Mo-Pb-Zn 鉱床をしばしば伴う。また、貫入岩も山陰帯は古い方から用瀬期、因美期、田万川期の3期に区分され、花崗岩や花崗閃緑岩を主体とするものの、領家帯や山陽帯に比べて、苦鉄質～中間質の岩体に富み、斑状岩を多く伴っている（飯泉ほか、1985）。

中国地方の火成活動は、漸新世の30–25 Maを境に、これまでの深成岩を伴う活動から西南日本弧の新生代テクトニクスと関連した複成火山や単成火山の活動へと遷移した（今岡ほか、1994；Kimura *et al.*, 2003）。漸新世以降の火成活動は、前期中新世まで松江、丹後、隠岐島後地域に火山噴出物（低アルカリソレライト）の分布する背弧リフト形成既の火成活動が盛んになり（Kimura *et al.* 2005）、中期中新世に入ると、さらに大津地域に加わって背弧海盆拡大期の火成活動が生じた（Morris *et al.*, 1990; Miyake, 1994）。後期中新世には山陽帯を含む中国地方全域に背弧火成活動が広がりアルカリ玄武岩の噴出物が卓越するようになり、鮮新世には山陽地域の活動は停止し、現在の火山フロントに向かって島弧火成活動が縮退した（Kimura *et al.*, 2003）。この火山フロントに分布するのが、アダカイト質デイサイト溶岩ドーム単成火山および複合火山である大山–蒜山、三瓶山、大江高山、青野山などの第四紀の火山活動へと続いた。第四紀の火山は、その他に島弧型アルカリ玄武岩が作る単性火山群クラスターである横田玄武岩、阿武単成火山岩があり、第四紀火山も中国山地よりも日本海側に偏って分布している。

これらの火山のうち、現在活火山であることが留意されているのは、三瓶山と阿武単層火山群である（気象庁(2013)日本活火山総覧（第4版））。隣接する九州地方は現在も火山活動が活発であるのに対し、中国地方の活火山は最後に噴火したのが三瓶火山で、1.4-1.3 Kaと報告されており（福岡ほか、2000）、その後の活動はなく、とても対象的である。

#### 2.4 中国地方における鉱床分布

中国地方の鉱床は、地帯構造形成に関連して形成された古生代～中生代ジュラ紀の先白亜系とその後の火成活動に伴って形成された中生代白亜紀～新生代のものに大きく2分される。先白亜系には、オフィオライトの分布に伴い、広島県、岡山県、鳥取県の県境に胚胎したクロム鉄鉱鉱床、秋吉帯に顕著な石灰石鉱床、岡山県柵原や坪井に代表される火山性塊状硫化物鉱床、山口県の大嶺、津布田炭田、岡山県の成羽炭田に代表される石炭鉱床、山口県の蓮華・福巻・天尾・高森鉱山、鳥取県の鹿足鉱山、鳥取県の山王・智頭鉱山などに点するチャートに富むジュラ紀付加体に形成された層状マンガン鉱床がある。

一方、白亜紀以降に形成された鉱床は多種多様で、新生代古第三紀までに形成されたものに、銅、亜鉛、タングステン、錫、鉄などを産出したスカルン鉱床、金、銅、鉛、亜鉛、タングステン、モリブデンを産出した花崗岩中もしくは周辺堆積物に形成された鉱脈鉱床、ろう石、カオリン、雲母などを産出した粘土鉱床、ペグマタイト鉱床、その他アンチモン、マンガン、山口県のろう石鉱床に付随する水銀鉱床、山口県の宇部炭田などが挙げられる。

新第三紀に形成された鉱床には、島根県のグリーンタフ地域の黒鉱鉱床に分類される亜鉛、鉛、銅、鉄鰐淵鉱山、石見鉱山、同じくグリーンタフ地域に限定される鉱脈鉱床として島根～鳥取県にかけて、金、銀を産出した石見銀山で有名な大森鉱山、島根県宝満山や鳥取県の岩美に代表される銅、鉛、亜鉛鉱脈鉱床、さらに島根県の出雲や石見、鳥取県の伯耆地域では、第四紀の砂鉄が挙げられる。また、岡山・鳥取県境の人形峠には、堆積性のウラン鉱床がある。

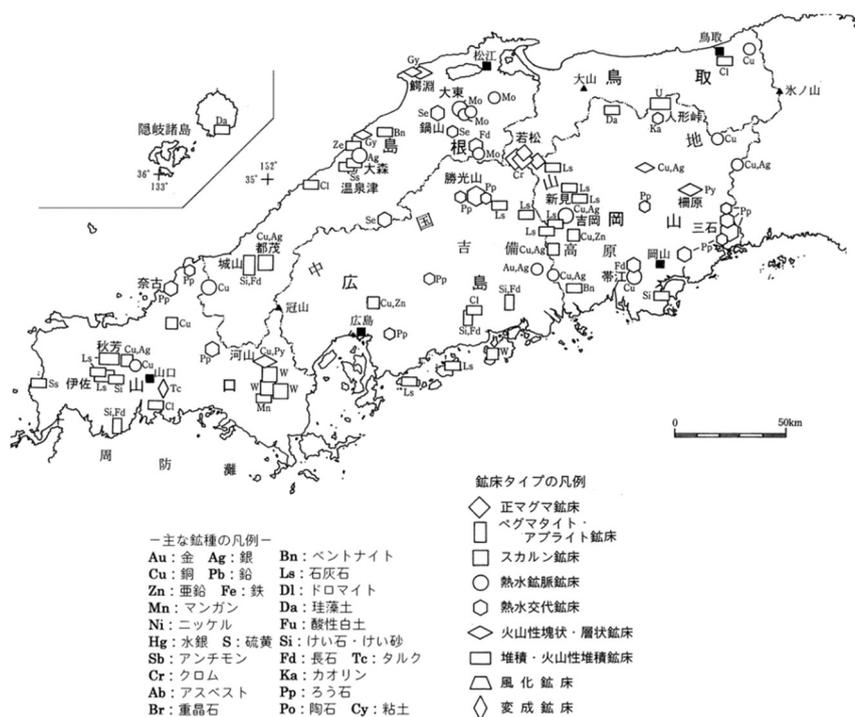


図3. 中国地方における鉱物資源図

(須藤・村尾, 2004; 鉱物資源図簡略図 (地質調査総合センターウェブサイト) より編集)

なお、中国地方では現在もなお非金属鉱床を中心とした鉱山が稼働中であるが、ここでは土壌汚染対策法および水質汚濁法で規制される元素を中心に、これらの金属を副産物として産出しやすい鉱床の分布位置を示す (図3)。

#### 2.4.1 クロム鉱床

中国地方におけるクロム鉱床の分布は鳥取県・岡山県・広島県県境付近の蓮華帯および周防帯の変成岩 (結晶片岩), 蛇紋岩化したオフィオライト中に限られる。中国地方工業用鉱物開発調査委員会 (1962, 1963, 1964) には 29 鉱山の名称が記録されているが、昭和 30 年代まで稼働していた主要な鉱山は、鳥取県の日野上・広瀬・若松鉱山、岡山県の新見・高瀬鉱山の 5 鉱山である。

#### 2.4.2 銅鉱床

この地域に分布する銅鉱床は、火山性塊状硫化物鉱床として産出する岡山県の柵原・国盛・坪井・金谷鉱山、スカルン鉱床の島根県都茂・花ノ山・島根鉱山、山口県長登・藤ヶ谷・河山・玖珂・川井山・桜郷・大和・笹ヶ谷鉱山、岡山県山宝・三原・津田鉱山、広島県平子・神武・金明鉱山、鳥取県後谷鉱山、鉱脈鉱床として産する鳥取県の岩美・大宝・百谷鉱山、山口県の金ヶ峠・薬王寺・佐々並鉱山、岡山県の瀬戸・吉岡・勝豊・金生・大弘・山手・国富・竜山・真庭・江与見・本山・弥高鉱山、広島県の鷹山鉱山、島根県の大森・吉永・銅ヶ丸・宝満山・窪田鉱山がある。黒鉱鉱床としては島根県の鰐淵・鶴峠・石見鉱山が主要である。

#### 2.4.3 亜鉛鉱床

亜鉛を産出する鉱床で、最も産出が多いのはスカルン鉱床として産したもので岡山県の佐野・新山・平子鉱床、鳥取県の後谷鉱山、山口県の河山・玖珂・桜郷・笹ヶ谷鉱山、島根県の都茂鉱山に分布する。その他は火山性塊状硫化物鉱床として岡山県の子谷鉱山に、鉱脈鉱床として岡山県の子谷鉱山、鳥取県の大倉鉱山、島根県の窪田・永輝鉱山に、黒鉱鉱床として島根県の鰐淵・石見鉱山に産出した。

#### 2.4.4 鉛鉱床

鉛は鉱脈鉱床として銀や亜鉛と共に産出しており、島根県の大森・窪田・久喜鉱山、鳥取県の大倉鉱山、岡山県の子谷鉱山が主要な鉱山である。

#### 2.4.5 ヒ素鉱床

ヒ素は銅と共に顕著な産出がなされており、鉱脈鉱床として産出し、岡山県の銀井谷鉱山、島根県の都野津鉱山、スカルン鉱床として山口県の長登・笹ヶ谷鉱山が主要である。ヒ素はその他金銀鉱床や硫化物鉱床にも副産物として産するため、後述する鉱害防止対策工事では、他の鉱山でも要対策元素として挙げられている。

#### 2.4.6 水銀鉱床

中国地方での水銀鉱床は、鉱脈鉱床として産出する岡山県の和気鉱山が唯一であり、自然水銀の産出を主とし、辰砂等の水銀鉱物の産出は微量で、昭和初期に採掘が開始されたものの、戦後には休山したため、その稼働期間も短かったと報告されている（高島，1956）

#### 2.4.7 金銀鉱床

金が産出した主要鉱床は岡山県の日笠・甲山鉱山、島根県の大森鉱山で鉱脈鉱床として、岡山県の坪井鉱山では硫化物鉱床、鳥取県の都茂鉱山でもスカルン鉱床から産出している。

銀鉱床はこれら金鉱床でも産したほか、島根県の石見鉱山で黒鉛鉱床、山口県の笹ヶ谷・河山・玖珂・西鳳翔鉱山など銅・亜鉛の産出が主なスカルン鉱床、島根県の大森・久喜鉱山、岡山県の竜山・帯江・吉岡鉱山などの鉱脈型鉱床でも産出された。

#### 2.4.8 アンチモン鉱床

アンチモン鉱床は、いずれも鉱脈鉱床として産出し、島根県の豊稼鉱山ではマンガンに伴って産出した。山口県内の鹿野・弥富鉱山でも産出が報告されている。

#### 2.4.9 モリブデン鉱床

モリブデンの産出は鳥取県および島根県と岡山県の東部の鉱脈鉱床に限定され、島根県の山佐・東山・清久・大東・大佐・小馬木鉱山、岡山県の加茂鉱山、鳥取県の大倉鉱山で産した。

#### 2.4.10 マンガン鉱床

中国地方には多くの銅鉱床が賦存するが、鉱脈型のマンガン鉱床は少ない。顕著なものは島根県の豊稼鉱山のみで、その他はジュラ紀付加体のチャートの中に層状に産する鉱床で、山口県の玖珂・福巻・蓮華・高森・久杉・三宝・天尾鉱山、鳥取県の白見・大村鉱山で顕著に産出された。

### 2.5 中国地域の休廃止鉱山

上記に示した通り、中国地方にはかつて多数の鉱山が稼働しており、現在は金属（67 %）、非金属（26 %）を中心とした休廃止鉱山が約 1000 か所存在し、そのうちの 1 割ほどは定期的な監督をする必要性があると報告されている（中国四国鉱山保管監督部，2000）。我が国における要監督休廃止鉱山数は、近畿地方で 138 鉱山と最も多く、次いで関東地方 113 鉱山、中部地方 99 鉱山、中国地方 95 鉱山と続く。中国地方内では、金属、非金属共に岡山県が最も多く、島根県、山口県の順である。

具体的に鉱廃水処理対策が行われた主要な鉱山を以下にあげる。

・鳥取県岩美町に位置する岩美鉱山は、明治 22 年に開坑された銅鉱山で、昭和 19 年には採掘が中止された廃止鉱山であるが、鳥取地震の震災による堆積物の崩壊流出、重金属類を含む酸性水流出による河川・農用地土壌汚染が発生し、現在も抗廃水処理対策が継続している。

・島根県津和野町に位置する笹ヶ谷鉱山は、鎌倉時代に開坑したとされる銅、銀、亜鉛、砒鉱を産出した鉱山で、昭和 46 年に廃止鉱山となった。その後、ヒ素を含む鉱廃水および堆積物の土砂流出により河川・農用地土壌汚染が発生し、慢性ヒ素中毒症などのヒトへの健康被害が発生している。現在までに、鉱害防止工事、河川および土壌の浄化対策が行われ、環

境保全がなされている。

・島根県東出雲町に位置する宝満山鉱山は、江戸時代末期に開坑し、戦後まもなく休止し、昭和 51 年に廃止鉱山となった銅鉱山である。ここでも、銅、カドミウムを含む酸性水および土砂の流出により、河川および農用地の土壌汚染が発生し、大規模な鉱害防止工事がなされてきた。

上記は最も鉱害防止対策費用のかかってきた鉱山であるが、その他にも各県において鉱害防止工事がされた鉱山は多数ある。それらを表 1 に挙げる。

表 1. 既に鉱害防止工事がされた中国地方の鉱山  
(中国四国鉱山保管監督部 (2000) より編集)

県	所在地	鉱山名	主要有害金属類
鳥取県	岩美町	岩美・大宝	銅・カドミウム
	日野町	後谷	銅・鉛・亜鉛
島根県	津和野町	笹ヶ谷	銅・ヒ素
	津和野町	小野	銅
	東出雲町	宝満山	銅・カドミウム・鉛・亜鉛
	東出雲町	報国	石炭
	日原町	鹿ノ谷	銅・ヒ素
	日原町	日原	銅
	日原町	青金・本光寺	マンガン
	大東町	清久	モリブデン
	益田市	左ヶ山	銅・ヒ素
	益田市	角井・大谷・山己	銅・鉛・亜鉛
	浜田市	羽原	金・銀
	浜田市	青原	マンガン
	大田市	吉永・石見金山	銅
	川本町	唐溪・鶴峠	銅
	浜田市	夏井	銅・鉛・亜鉛
	大社町	鷲	銅・鉛・亜鉛
	匹見町	赤谷	銅・鉛・亜鉛
	美保関町	片江	金・銀・銅・鉛・亜鉛
	広瀬町	宇波	銀・鉄

岡山県	備前市	樫銀井谷	銀・銅・ヒ素
	岡山市	大宮	ヒ素・モリブデン
	赤磐郡	赤盤	銅・ヒ素
	上市町	上市	クロム
	北房町	上房	銅・鉛・亜鉛
	新見市	犬石	銅・鉛・亜鉛
	井原市	日吉	銀・銅・ヒ素
	総社市	岩屋・大笹	銅・鉛・亜鉛
	美作市	豊国	銅・鉛・亜鉛
	後月郡	築瀬	金・銅・ヒ素・他
	倉敷市	金堀・椽ノ木	金・銀・銅・鉛・亜鉛
	津山市	津山・国分寺	銅
	御津町	御津	銅・鉛・亜鉛
	久米南市	山手	銅
	芳井町	山村	金・銅・ヒ素・他
	久米町	葱谷	銅
	久米町	坪井	金・銀・銅・鉛・亜鉛・ 硫化鉄
	柵原町	柵原	硫化鉄
広島県	広島市	銅亀	銅・ヒ素
	広島市	高陽	銅
	広島市	権現山・八世似・芸陽・長谷・院内	銅・鉛・亜鉛
	広島市	戸山	マンガン
	東広島市	小倉	銅・鉛・亜鉛
	新市町	広栄	銅・鉛・亜鉛
	府中市	福寿・樋内・大父金・瀬戸・栗柄・金平	銅・鉛・亜鉛
	尾道市	鍛冶屋・金光・大峰	銅・鉛・亜鉛
	三和町	時安	銅・鉛・亜鉛
	本郷町	白銀	銅・鉛・亜鉛
	大竹市	木野・大竹	マンガン
	大竹市	玖波	銅・鉛・亜鉛
	油木町	上野・一の宮	銅・鉛・亜鉛
	沼隈町	山南	銅・鉛・亜鉛
山口県	美東町	金ヶ峠	銅・ヒ素
	美東町	後山・松原	金・銅・ヒ素・銀・他

	美東町	町絵	銅
	旭町	佐々並	銅
	阿武町	大覚寺	銅
	長門市	兼割・生丸	金・銀・銅
	長門市	七重	銀・銅・鉛・亜鉛
	美称町	神原三立	銅・鉛・亜鉛
	三隅町	杉山	銀・銅・鉛

## 2.6 中国地方の表層土壌

中国地方は、総面積の約 88 %が山地および丘陵地から形成されている。しかし山地は比較的なだらかで、山間に盆地が形成されるなどの地形から小規模の集落が山間部まで広く分布する傾向にある。そのため、中国地方全体の表層土壌のうち、褐色森林土の占める割合は 62.2 %、次に未熟土が 10 %ほどと高い（表 2）。

表 2. 表層土壌種の分布面積割合

土壌種	面積割合[%]
褐色森林土	62.20
未熟土	9.91
灰色低地土	8.93
黒ボク土	7.27
グライ土	5.32
赤黄色土	4.63
褐色低地土	0.99
岩石地	0.33
ポトゾル土	0.23
岩屑土	0.12
黒泥土壌	0.04
泥炭土	0.03
その他・復旧田	0.01

未熟土の分布域は、花崗岩を母材とする瀬戸内沿岸部の領家帯分布域や山口県、鳥取県の山間部に顕著に分布しており、花崗岩の風化産物である真砂土が広く分布している。一方、山間部の低地部には小規模な水田が点在していることから、平野部のみでなく内陸部にも河川水域に沿って灰色低地土が分布しており、その面積割合は 8.9 %に達している。次に分

布の多い黒ボク土は 7.3 %ほどを占め、鳥取県の大山山麓や三瓶山火山灰分布域で顕著にみられる。特に大山は洪積台地と沖積水田に広く黒ボクが分布し、鳥取県内の畑地の 60%を占めている。一方、グライ土が広域に分布する地域は島根県の宍道湖西部、出雲海岸平野、石見海岸地域および岡山県の岡山平野および吉備高原台地であり、これら土壤の沖積土の一部には褐色低地土の分布も見られた。

赤黄色土は石灰岩や超塩基性岩を母材とした。そのため、カルスト台地をなす秋吉台周辺地域および岡山・広島・鳥取県境の山間部、山陰の日本海側沿岸域の洪積性堆積物および第三紀の堆積岩を母材とする地域における分布が顕著である。また、泥炭土や黒泥土壌は、鳥取県や島根県の海岸平野部の湖沼退化部に顕著な分布が見られた。

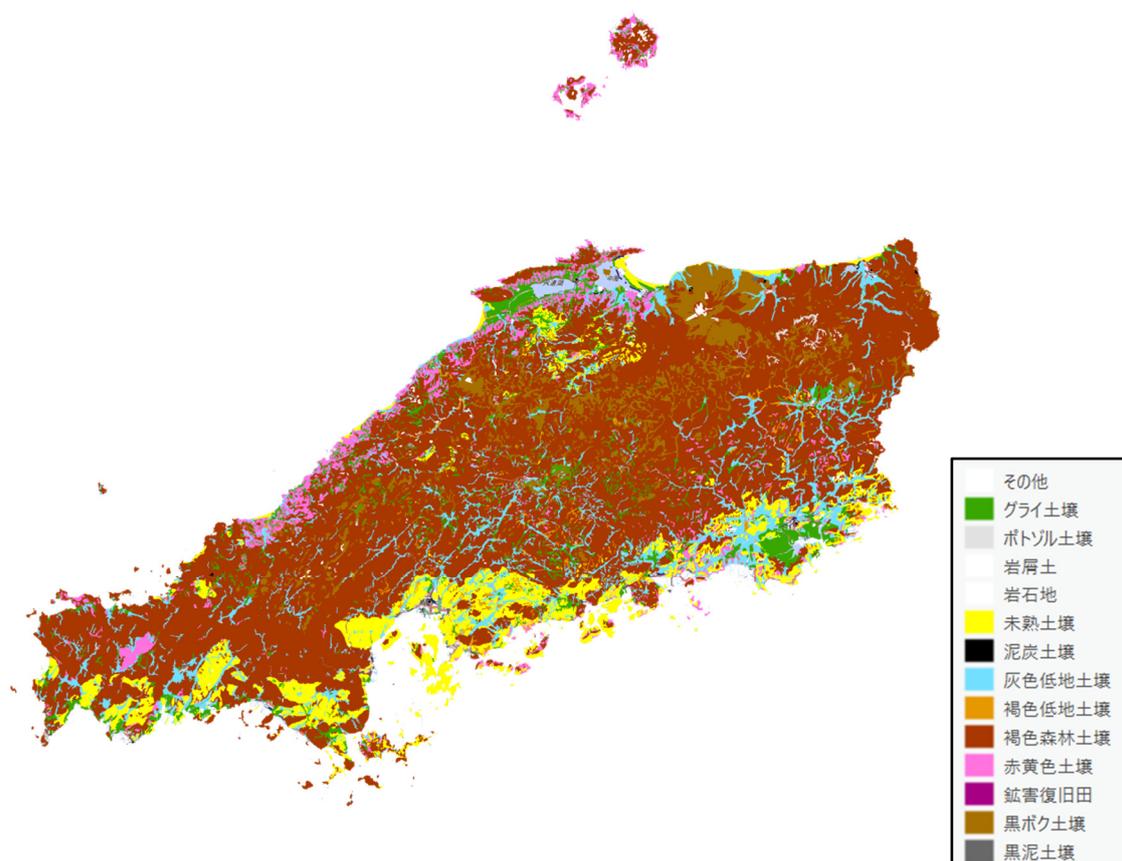


図 4. 表層土壌種の分布

### 3. 表層土壌の調査手法

この章の説明は、既に公開した四国地方および九州・沖縄地方で実施した手法と同様であるが、再度、この地域で実施した調査・解析手法として明記する。

#### 3-1. 試料採取

本調査では、20万分の1土地分類基本調査図（経済企画庁総合開発局、1971, 1972, 1973, 1974a, 1974b）の土壌区分および20万分の1日本シームレス地質図V2（産業技術総合研究所地質調査総合センター、2017）、主要河川の分水界に基づき、調査地域内の主要岩相を母材とする各種表層土壌を採取した（図4）。中国地方で選定・採取し、解析に用いた試料数は690検体である。

表層土壌は、採取の際、植物を主とする腐葉土層および植生、大礫を除外し、深度50 cmまでの土壌を掘削採取した。50 cm深度で上部と下部で異なる土壌の分布が見られたときは、上部と下部の2つに分けて採取した。採取した土壌は、遮光袋にて冷蔵保存し、化学分析用に用いる一部土壌を常温にて十分風乾させた。風乾後、土壌試料から礫や植物片を除去し、団粒および土塊を潰してから、非金属性の2 mm目メッシュのふるいを通し、溶出試験および含有量試験に用いた。

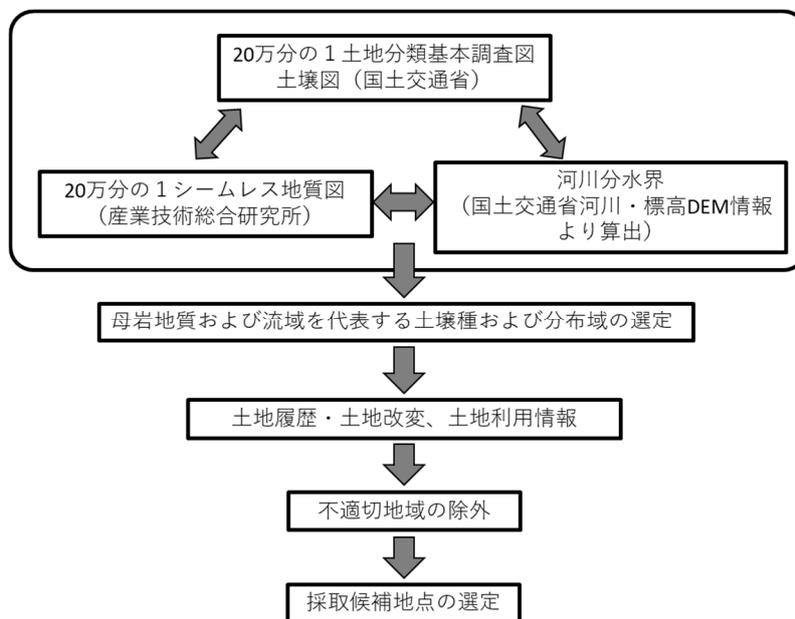


図4.採取地点選定の流れ

### 3-2. 前処理および分析手法

#### 採取土壌の化学データ

採取した土壌は、前処理後、土壌化学特性として、pH、EC、リン酸吸収係数、全有機炭素量を各々の試料について測定するとともに、公定法に基づく溶出試験、含有量試験および蛍光 X 線を用いた土壌構成成分の含有量分析を行った。

#### 3-2-1. 溶出試験法

有害金属類に関する溶出試験は、環境省告示第 19 号（環境省，2003）に基づく含有量試験（1 N 塩酸溶出試験）および環境省告示第 18 号（環境省，2003）に基づく溶出量試験（水溶出試験）に準じた方法で実施した。

水・塩酸溶出試験は、共に 50 ml のプラスチック製遠沈管を用いた。溶媒は量試験ともに 30 ml 加え、水溶出試験では、2 mm 以下の風乾試料を 3 g（土壌／水重量比＝1：10）、塩酸溶出試験では、風乾試料を 1 g（土壌／水重量比＝1：30）添加し、室温（25℃）、200 rpm の条件下で振とうし、土壌中成分を溶出させた。振とう時間は公定法に従い、水溶出試験で 6 時間、塩酸溶出試験で 2 時間とした。振とう終了後、試料は 10 分間静置させ、その後 3000 rpm、20 分の条件で遠心分離機を用いて固液分離した。さらに、分離された溶液試料（上澄み）を採取し、0.45 μm フィルターをかけ、これを検液とした。

溶液試料の重金属濃度測定には、ICP-MS (ICPM-7700X, Agilent) を用い、B, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Pb, U の 15 成分濃度を測定した。さらに、同溶液中の陰イオン成分に関しては、イオンクロマトグラフ (IC-2010, TOSHO) を用い、陰イオン 6 成分 F, Cl, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> 濃度を測定した。

評価基本図内では、水溶出試験の結果を溶液 1 L に対する各イオンの溶出量 μg で表し、単位には μg/L を用いた。また、塩酸溶出試験の結果は、土壌 1 kg に対する各イオンの塩酸溶出量 mg で表し、単位 mg/kg を用いた。

#### 3-2-2. 全含有量分析

土壌成分の全含有量分析には、前処理した 2 mm 以下の風乾試料をさらにメノウ乳鉢を用いて粉末化した試料を用いた。粉末試料は φ 25 mm の塩化ビニル製リングを型に使用し、50MPa のプレス機を用いて成型し、エネルギー分散型蛍光 X 線装置 (EDX-8000, shimadzu Co. Ltd.) を用いて土壌構成成分の含有量を求めた。測定したのは、SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, T-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MnO, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Pb, Sb, U の 20 成分であり、これら含有量の表記として、SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, T-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MnO の主要 9 成分に関しては、土壌重量に対する各成分の重量割合を示す wt% を単位とし、Cr, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Pb, Sb, U の 11 成分に関しては、土壌 1 kg 中に含まれる各成分の重量 mg で表し、単位に mg/kg を用いた。なお、検量線に用いた試料は、地球化学標準物質 JR-2, JA-2, JB-1b, JG-2, JG-1, JGb-1, JSO-1, JSd-2,

JSd-3, JSO-2 ((国) 産業技術総合研究所), 土壤認証標準物質 JSAC0401, JSAC0411, JSAC0402, JSAC0403, 汚染土壤認証標準物質 JSAC0461, JSAC0462, JSAC0463, JSAC0464, JSAC0465, JSAC0466 (日本分析化学会), 土壤標準物質 KKS37, KKS80, KKS162, KKS322, KKS770, KKS59, KKS116, KKS233, KKS484, KKS1077 (鋼管計測株式会社)の計 30 試料である。さらに、ヒ素に関しては、別途作成した補正用標準試料を鉛との重なり補正に使用した。

土壤中の希土類元素含有量については、全量分析分解法としてフッ化水素酸分解法(土壤環境分析法編集委員会, 2003)に基づき、フッ酸、過塩素酸、塩酸、硝酸を用いて段階的に加熱酸抽出し、溶出元素を ICP-MS (ICPM-7900x, Agilent) にて測定した。

### 3-3. リスク評価について

土壤中重金属類のうち、有害性を有する 12 成分 (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Pb, U) に関するリスク評価を行った。個々に示したリスク評価図は人体への健康リスク計算結果をもとにポイント間のリスク分布は Empirical Bayesian Kriging 解析 (Pilz and Spöck 2007, Krivoruchko 2012a, Krivoruchko 2012b, Krivoruchko and Gribov, 2019) で予測値を求め、分布図として示したものである。

有害重金属類の人体への暴露経路は、原ほか (2021) および Hara and Kawabe (2023) で採用したリスク評価手法と同じ手法を用いた。以下にその概要を示す。

重金属類の人体への暴露経路は、大気中に塵や埃として飛散した土壤の胃および肺からの摂取、間隙水中に溶け出した成分を生体濃縮した農作物の摂取、地下水の摂取、また揮発性のあるものに関しては皮膚からの吸収を仮定し、計算を行った。表層土壤中重金属類の土壤からの水への溶出量、また体内への吸収量は、土壤種、その化学特性によって異なる。そこでリスク評価の際、各暴露経路で計算に用いた土壤中重金属含有量、溶出量、溶出率および計算に必要な因子は以下のとおりとした。

重金属直接摂取量: 土壤中の含有濃度と土壤の摂取量、単位人体重量あたりの体内吸収率の積で算出した。暴露された土壤の土壤中汚染物質含有量として塩酸溶出値の値を用いた。

大気への飛散した土壤粒子吸入による暴露量: 大気中の浮遊粒子濃度、大気中粒子に占める土壤の割合、人間の呼吸量、暴露時間、肺中での遅延係数、単位人体重量あたりの体内への吸収率、土壤含有量の積で算出した。ここでは土壤含有量として全含有量を用いた。

一方、土壤中から間隙水への溶出率は、実際に求めた各土壤中重金属の水に対する溶出率から算出し、間隙水中濃度を算出した。この間隙水中濃度を用い、井戸水および農作物からの暴露量を算出している。

農作物からの暴露量: 農作物種としては米類、根菜類、葉菜類に分類し、それぞれの作物への生態濃縮係数と間隙水中有害物質濃度の乗算で算出し、葉菜類に関してはこれに土壤沈着濃度を加え、農作物中濃度とした。作物摂取による人体リスクは、これら作物の消費量、汚染された作物の割合、単位人体重量あたりの体内への吸収量の積で算出した。

地下水からの暴露量：間隙水から地下水へと希釈され、井戸水として地下水を摂取した場合の暴露量は、間隙水中濃度、希釈率、井戸水摂取量、単位人体重量あたりの体内への吸収率の積で算出した。

このようにリスク評価の段階では、土壌の摂取量、井戸水の消費量、農作物の摂取量のみならず、生活様式によって、大きくその値は変化する。今回算出したリスク値は、平均的な生活様式のなかで井戸水を生活飲料水として用い、現地で採れた農作物を摂取した場合のリスク評価である。

人体への健康リスクの指標として用いたのは TDI (Tolerable Daily Intake：耐容一日摂取量) と RfD (Reference Dose：参照用量) である (USEPA, 1989, WHO, 1996)。TDI は元素によって規定されていないものもあり、そのような元素に関しては RfD 値にて評価している。

TDI (mg/kg/day) は、この量以下では人間が一生涯、毎日摂取しても人体に悪影響がない量のことで、動物実験等で求めた一日あたりの許容摂取量 (無毒性量) を不確実係数積で割り、人への無毒性量に変換したものである。

RfD(mg/kg/day) は参照用量と定義される、この量以下を摂取しても生涯にわたり、毒性が現れないと予測される閾値である。TDI と同義語として使用されているが、通常 RfD は経口参照用量 (RfDo)、経皮参照用量 (RfDd)、経気参照用量 (RfDi) に分けられる。このように経路別に評価される参照用量のうち、ここでは RfDo を用いた。

リスク評価図では TDI, RfD に対する割合が 10 %以上を赤色で示し、これをリスク有無の基準として示した。なお、評価に用いた TDI 値および RfD 値は US-EPA, JECFA で公開されている閾値を使用し (表 2)、その他の計算パラメータについては表 3 の値を用いた。なお、リスク評価図では TDI および RfD 値の 10 %の値をリスクの有無の閾値とし、それより大きい値を持つ領域を赤い領域で示した。

表 2. 各重金属類（12 成分）に関する TDI および RfD 値

Species	TDI	RfD
Cr <sup>3+</sup>	-	1.5
Mn	0.06	0.02
Fe	-	0.3
Ni	0.005	0.02
Cu	-	0.04
Zn	1	0.3
As	0.0021	0.0003
Se	0.004	0.0005
Cd	0.001	0.0005
Sb	0.006	0.0004
Pb	0.0036	0.0035
U	-	0.0006

(USEPA, 1989, WHO, 1996)

表 3. リスク計算に用いた計算パラメータ（計算の際に仮定した生活様式）

	暴露年数 [year]	体重 [kg]	土壌摂取量 [mg/day]	地下水摂取量 [L]	呼吸量 [m <sup>3</sup> /day]	屋内活動時間 [hour]		屋外活動時間 [hour]	
						平日	休日	平日	休日
子供	6	15	200	1	6.1	22	19	2	5
大人	64	50	100	2	15	23	20	1	4

#### 4. 溶出量・含有量分布図およびリスク評価図について

溶出量・含有量分布図およびリスク評価図は、最大の採取ポイント間距離を 10 km以内とし、10 km メッシュ内に少なくとも 1つの採取ポイントを有する精度の濃度データもしくは人体への健康リスク計算結果に基づき、ポイント間の分布を Empirical Bayesian Kriging 解析で予測値を求め、分布図として示したものである。

本調査で得られた有害金属類の分布および人体への健康リスクについて、全体的な特徴を以下に示す。なお、環境省の公定法では、塩酸溶出値を含有量値としているが、以下では使用する含有量値は、蛍光 X 線分析で得られた全含有量を示し、公定法の含有量は塩酸溶出値して表記する。

##### 4-1. ヒ素 (As)

中国地方における土壌中のヒ素の平均含有量は 14.9 mg/kg、塩酸溶出量平均は 1.8 mg/kg、水溶出量平均は約 1.9  $\mu\text{g/L}$  を示し、九州地方の平均値とほぼ同等で、塩酸溶出値に関してやや高い値が、四国地方と同等の値を示した。

本調査でヒ素が環境基準を超えた土壌が 3 か所あった。最も高い含有量値 404 mg/kg を示したのは岡山県の瀬戸内海側沿岸域の道口地域に位置する褐色森林土壌で、近くに銅・亜鉛を産出した弥高鉾山が分布する地域であった。この土壌は水溶出値も最大の 36.6  $\mu\text{g/L}$  と環境基準の約 3.6 倍を示した。次に高い 281 mg/kg を示した褐色森林土は山口県的美祢市の鎧峠周辺に位置し、非海成相の堆積岩を母材とし、周辺には秋吉台が分布した。そこから西側近隣の下関市豊田湖近傍に位置する褐色森林土は 169 mg/kg を示し、水溶出値も 10.3  $\mu\text{g/L}$  と環境基準を僅かに超過した。しかし、公定法を用いた塩酸溶出値として、これらの土壌はいずれも含有量基準を超過しておらず、山口県内の鎧峠周辺の褐色森林土壌は、水溶出値は超過しなかった。

一方、含有量は少ないが、水溶出基準のみを超過した土壌が 4 か所あった。鳥取県内智頭地域の土師川沿いの灰色低地土壌で 27.3  $\mu\text{g/L}$ 、上石見地域の日野川沿いの灰色低地土壌で 26.4  $\mu\text{g/L}$  を示した。あとの 2 か所は環境基準を僅かに超えた程度の褐色森林土壌で、田万川上流の鈴野川周辺の土壌は 11.1  $\mu\text{g/L}$  を示し、流域に亜鉛・鉛を産出したスカルン鉾床の小野鉾山が分布した。溶出量値 10.1  $\mu\text{g/L}$  を示した島根県の津和野川上流の高野川流域周辺土壌も上流周辺に鉾脈型のマンガン鉾床 (小山鉾山) が位置した。どちらも母材は堆積岩であり、上流の鉾山に起因して溶出量が高くなっている可能性が高い。

含有量も溶出量も最大を示した岡山県の瀬戸内海側沿岸域の道口地域に位置する褐色森林土壌はリスク指標である TDI 値も 11 %を示し、我々が安全側も加味してリスク有無の閾値として設定している 10 %をわずかに上回った。この地域は山間部のため、現在の土地利用では問題になることはない。しかし沿岸域に近く、新倉敷駅や山陽自動車道の道口インターからも近いことから、今後開発が行われる可能性も高い。この地域の開発には、十分に自然由来重金属類の発生に留意した環境調査を実施すべきである。

#### 4-2. クロム

中国地方のクロム含有量の平均値は 60 mg/kg, 塩酸溶出量平均は 2.4 mg/kg, 水溶出量平均は約 2.1  $\mu\text{g/L}$  を示した. 大半の土壤中クロム含有量は 25 mg/kg 程度であり, 中国地方の含有量平均値の半分程度で九州地方よりも低い値と示した. 先に述べたように, 中国地方で採掘活動のあったクロム鉱床は, 岡山/広島/鳥取県境に集中し, その地域でのクロム含有量のバックグラウンドが高くなっている. クロム含有量最大 992 mg/kg および 991 mg/kg を示した黒ボク土壌, 褐色森林土壌はいずれもクロム鉱床群が多く賦存する地域の土壌である. これら土壌は採掘のあった坑口位置からは離れているが, 褐色森林土壌はクロム鉱床を胚胎した付加体堆積層を母材とする土壌であり, 黒ボク土壌は鉱床の位置する山間部の土壌が堆積した河川堆積物を母材とする土壌で, 道後川上流に位置する土壌であった. 一方, これら土壌の塩酸溶出値および水溶出値は, 環境基準を大きく下回っており, 人体への暴露リスクは少ないと判断された. これ以外にクロム含有量が 250 mg/kg を上回った土壌は 9 カ所あり, そのうち 1 所は上記のクロム鉱床分布域内に位置した. それ以外は各県に点在し, 岡山県の花見山西部裾野の貫入した花崗岩を母材とする土壌, 岡山県東部の美作市の付加体海洋玄武岩を母材にする褐色森林土, 岡山/広島県境の小坂部川交流に位置する石灰質の母材からなる黒ボク土, 鳥取県の若狭駅周辺の灰色低地土, 倉吉地域の扇状地堆積物を母材とする褐色森林土, 島根県三瓶山西部の褐色森林土, 山口/広島県境および付加体海成層を母材とする褐色森林土であった. これらはいずれも高い値と示すのが含有量のみで, 水溶出値および塩酸溶出値は基準値を大きく下回った. また, 塩酸溶出値は最大でも 28 mg/kg と基準超過土壌はなかったが, 鳥取県の智頭地域に分布する海成石灰岩を母材とする灰色低地土壌で, 水溶出値のみ 328  $\mu\text{g/L}$  と大きな値を示し, 隣接する土師川上流には銅を産出した勝豊鉱山が位置した. 人体への健康リスクを試算すると, 含有量は大きく超過していても人体への健康影響の懸念はなく, 水溶出値の大きい智頭地域の灰色低地土壌のみ, 6 価クロムへと酸化されると人体リスクを懸念すべき土壌であることが判明した. しかし, 水溶出値のみが高い土壌であることから, この地域で井戸水の飲用や農業用水としての使用がなければヒトへの暴露リスクは低下するため, 今後は暴露経路を配慮した土地利用を検討すべきである.

#### 4-3. マンガン (Mn)

中国地方におけるマンガン含有量の平均値は 0.093 wt%, 最大 0.88 wt% と, 四国地方, 九州・沖縄地方と同等のバックグラウンド値を示した. 最大の含有量を示した土壌は, 岡山県の笠木山周辺の甲山鉱山下流域にある褐色森林土でペルム紀の苦鉄質岩を母材とする地域であった. 同程度の含有量は, 山口県の帝釈川上流の褐色森林土でも検出されており, この地域の母材も同様にペルム紀の付加体コンプレックスを母材とする土壌であった.

マンガンの平均水溶出値は 198  $\mu\text{g/L}$  で, この値は四国地方および九州・沖縄地方よりも高めの値を示した. 最大溶出値は 2156  $\mu\text{g/L}$  を呈したのは, 広島県の大朝盆地周辺の褐

色森林土壌で、新規花崗岩を母材とするものであった。そのほか、山口県美弥町町絵川上流の町絵鉦山に近い褐色森林土、東広島市関川流域周辺の褐色森林土も 1800  $\mu\text{g/L}$  程度の高い Mn 溶出量を示し、その他マンガンの溶出量が高い土壌は山間部の褐色森林土が大半を占める特徴があった。これは四国地域でも同様の特徴が捉えられており、腐植物質に富む褐色森林土壌はマンガンが腐植物質の前駆体となる酸化重合物の形成を担っているため、易水性のマンガンが濃集しやすいと考えられる（原ほか、2021）

Mn のヒトへの健康リスク指標 TDI 値 10 %を僅か超えた土壌は、含有量が高かった笠木山周辺の土壌であるが、山間部であることから、掘削等による土地改変がなければ全く懸念はないと判断された。

#### 4-4. 鉛 (Pb)

中国地方における土壌中鉛含有量の平均値は 33.8 mg/kg、最大値は 1294 mg/kg、塩酸溶出平均値は 16.7 mg/kg、最大値 750 mg/kg、水溶出平均値は 1.8  $\mu\text{g/L}$ 、最大値は 47.2  $\mu\text{g/L}$  と、四国地方や九州・沖縄地方の平均値や最大値に比べて値が大きいのが特徴である。特に 150 mg/kg を超える鉛含有量の土壌は 8 カ所で検出された。そのうち 2 カ所は 1000 mg/kg と突出して大きい値の赤黄色土で島根県の大田・松代銅鉦山より銀山川上流に分布し、さらに上流には石見銀山が位置した。これらの土壌は塩酸溶出値も環境基準を超える 750 mg/kg、651 mg/kg を呈し、水溶出値も最大を示した土壌では 37.5  $\mu\text{g/L}$  と全て基準値を超過した。リスク指標とした TDI に対する割合も 65 %ほどに達しており、我々のリスク指標では 10 %を超えているため、リスク有りの判断がなされる。しかし、この地域の地下水の飲用水および農業用水としての利用をしないだけでもリスクは大きく低下できるため、適切なリスク管理を行っていく必要のある地域である。

次に大きい含有量を示したのが、広島県の本内川上流域支流に位置する褐色森林土でこの土壌は付加体の堆積岩を母材とし、289 mg/kg の含有量を呈した。しかし、塩酸溶出値、水溶出値ともに環境基準を下回っており、現在森林として安定に賦存している。土地改変などの人為的な開発行為を行うことは避けるべき地域であることは留意すべきである。

その他、同様に 150 mg/kg の含有量を呈したものが、山口県の鉄割山南側山麓の褐色森林土、島根県高城山周辺に分布する赤黄色土、周辺に島根鉦山などの銅鉦床が位置した島根県美都町益田川流域周辺の褐色森林土、母材を貫入花崗岩とする鳥取県八頭町私都川流域周辺の灰色低地土壌、クロム鉦床分布域に隣接し、母材を海成石灰岩とする島根県日野川流域の灰色低地土壌であった。これら土壌はいずれも塩酸溶出値が環境基準を下回り、16  $\mu\text{g/L}$  を呈した島根県日野川周辺の灰色低地土を除き、水溶出値も環境基準を下回った。

日野川周辺灰色低地土壌はリスク指標 TDI に対する割合は 11 %と、我々のリスク判定ではやや閾値を上回った。リスク閾値は安全側で判断しているため、すぐに健康影響が出るレベルではないが、暴露経路して高溶出値を反映しやすい地下水の飲用や農業用水としての利用は控えるべきと判断する。

#### 4-5. 銅 (Cu)

中国地方の土壤中銅含有量の平均値は、25.3 mg/kg、平均塩酸溶出値は 8.8 mg/kg と、四国地方の平均含有量の 57 %程度、九州・沖縄地方の 8 割ほどでやや低い値を示した。四国地方の銅含有量が高いのは三波川帯を中心に密集する複数の銅鉱床群の存在によるものである。一方、中国地方には、先に述べた通り、スカルン鉱床、鉱脈鉱床を中心に層状マンガン鉱床、火山性硫化物鉱床、黒鉱鉱床に伴い各県で銅を産出した鉱山が多く分布している。土壤中の最大含有量は岡山県の三宝鉱山（スカルン型）および小泉鉱山（鉱脈型）の近隣に位置する成羽川支流に位置する灰色低地土壌で 229 mg/kg を示した。そのほかに 150 mg/kg 以上の銅含有量を示した土壌が山口県下関市の吉永（白滝）鉱脈型鉱山近傍に位置する褐色森林土、島根県石見鉱山（銀山）の銀山川流域に分布する赤黄色土、島根県益田市の鉱脈型千人大鳥周辺に位置する黒ボク土壌、広島県の根笠流域上流に位置する褐色森林土壌で、さらに上流には銅を産出した玖珂鉱山、大宝鉱山、周防鉱山が分布する地域であった。同様の地域で、塩酸溶出値も高い値を示したが、最大値は 89.4 mg/kg で四国や九州地方で検出された高銅溶出量土壌のように 300 mg/kg を超えるものはなかった。

一方、この地域の平均水溶出値は 6.9  $\mu\text{g/L}$  で他地域と同等の値であった。最大溶出値 580  $\mu\text{g/L}$  を示した土壌は智頭地域の土師川流域の灰色低地土壌で、上流の勝豊鉱山より付加された可能性が高い。しかし、地域内で突出して高い溶出値を示したのはこの土壌のみであり、その他は 70  $\mu\text{g/L}$  よりも小さい値を呈した。

水溶出値が突出して高い土師川流域の褐色森林土がこの地域で最も高い銅リスク指標値 TDI を示したが、その値は 10 %を下回り、今回の調査では、ヒトへ健康影響を与える濃度の銅を含む土壌は検出されなかった。

#### 4-6. 鉄 (Fe)

中国地方における鉄平均含有量値は 5.5 wt%であり、九州・沖縄地方の平均値 8.2 wt%、四国地方は 6.7 wt%に比べるとやや低い平均値を示した。類似した傾向にあるこの地域の鉄平均塩酸溶出値 3060 mg/kg は四国地方と同程度であり、九州地方は 3434 mg/kg とやや高い値を示した。また、地域内の平均水溶出は 1.1 mg/L を示し、これも含有量傾向と類似して四国地方はこの 1.5 倍、九州・沖縄地方はこの約 2 倍を示した。

高い含有量値および水溶出値を示す土壌は、山陰側鳥取～島根西部にかけての沿岸域および広島県および岡山県の瀬戸内海側の沿岸丘陵地で、沿岸域は灰色低地土、泥炭土、グライ土といった河川もしくは湖沼堆積物からなる土壌での鉄含有量が富み、丘陵地では腐植の多い泥炭土や黒ボク土、黄褐色系褐色森林土で富む傾向にあり、鉱床下流域およびその周辺の灰色低地土壌に限られた。

鉄に関する人体への健康リスク指標に対する割合 (RfD%) は、平均で 4.65 %、最大で 35.58 %と高いが、四国地方に比べると平均値、最大値ともにやや低い値である。20 %以

上の値を示す多くの土壌種は、上述の鉄含有量および溶出量が高い地域に合致し、鳥取県～島根県東部にかけての沿岸部の花崗岩貫入により形成された鉱山周辺もしくはその下流域の土壌で高い値を示した。また東広島市においても、同様に花崗岩貫入により形成された玉房鉱山下流域の灰色低地土壌でも同程度の値を示した。

#### 4-7. カドミウム (Cd)

中国地方におけるカドミウムの平均塩酸溶出値は 0.066 mg/kg, 最大の塩酸溶出値を示す土壌は鳥取県の日野川上流の上石見地域に位置する灰色低地土壌で 1.75 mg/kg を示した。この流域の集水域となっている山地にはクロム鉱床が多く賦存していた。同等の塩酸溶出値を示す土壌は、同じく鳥取県内に位置し、岡山県との県境に分布する智頭地域の褐色森林土、辰巳峠付近の黒ぼく土で検出された。しかし、これらの土壌からのカドミウム溶出値は環境基準値の 1/10 以下であり、いずれも海成堆積物を母材とした。中国地方におけるカドミウムの平均塩酸溶出量は四国・九州・沖縄地方と同等であり、環境基準を超過する土壌は検出されなかった。

一方、カドミウムの平均水溶出値は 0.124  $\mu\text{g}/\text{L}$  であり、四国・九州・沖縄地方の平均値 0.07  $\mu\text{g}/\text{L}$  に比べるとやや高い傾向にあった。これは、今回の調査地域で突出して高い値を示した灰色低地土壌が鳥取県の土師川流域の灰色低地土壌で検出されたためである。この土壌のみ環境基準を超過する最大カドミウム水溶出値 64.7  $\mu\text{g}/\text{L}$  を呈し、ヒトへの暴露リスク指標である TDI は 35.4 % を示した。しかし、地域内で環境基準を超え、ヒト暴露リスクが懸念される土壌はこの土壌のみであり、他は極めて低い値を呈した。この上流域には銅や金銀を産出した豊勝鉱山が位置しているが、土壌中のカドミウム含有量自体は低いため、浸出濃度だけが大きく、上流より運搬されたカドミウムが 2 次的捕獲されている可能性が高い。この流域においては、地下水の飲用水および農業用水としての使用は控えるべきである。

#### 4-8. 亜鉛 (Zn)

中国地方における亜鉛の平均含有量は 121 mg/kg, 平均塩酸溶出値は 21.2 mg/kg, 平均水溶出量は 14.9  $\mu\text{g}/\text{L}$  を示し、ほぼ、四国・九州・沖縄地域と同等の含有量および塩酸溶出量を示した。3 地域の中では平均水溶出値がやや高く、最大値亜鉛含有量値は 1191 mg/kg を呈し、最大亜鉛水溶出値の 578  $\mu\text{g}/\text{L}$  と他の地域よりも高い値である。

中国地域内で最大の亜鉛含有量を示したのは、島根県石見鉱山（銀山）下流の銀山川流域に分布する赤黄色土で亜鉛水溶出値は 53  $\mu\text{g}/\text{L}$  であった。母材は、前-中期中新世の非アルカリ珪長質火山岩類である。岡山県新見地域の河本ダム周辺には同等程度の亜鉛含有量を有する黒ボク土壌が検出された。周辺には鉄、亜鉛、クロムなどを産出した複数の鉱山が賦存していたが、含有量のみが突出して高く、溶出値が検出下限以下であった。広島県の木内川上流支流周辺に分布する褐色森林土でも 808 mg/kg の亜鉛含有量を示すが、他の土壌と

同様に水溶出値は低い。

一方、地域内で最大の亜鉛水溶出値を示したのは鳥取県の智頭地域に分布する土師川流域（千代川水系）の灰色低地土壌で、上流には勝豊鉾山が位置した。智頭地域の西側に位置する新規花崗岩を母材とする褐色森林土でも次に高い亜鉛溶出値 243  $\mu\text{g/L}$  を示した。

しかし、これら含有量および溶出量の高い値を示した土壌を含め、中国地方において、亜鉛に関してヒト暴露リスクはなく、懸念される土壌は検出されなかった。

#### 4-9. ニッケル (Ni)

この地域のニッケル平均含有量は 27.0 mg/kg、最大 681 mg/kg であった。高ニッケル含有量を示す土壌は、岡山/広島/鳥取県境の新見市・在原市のクロム鉾山密集域、鳥取県の若狭地域、山口県の羅漢山西部の山麓、岡山県美作市の銅鉾床分布域、山口/広島県境のクロム含有量も高い付加体海成層を母材とする褐色森林土であった。しかし、平均酸溶出値は 1.9 mg/kg、最大 43.4 mg/kg、平均水溶出値は 2.1  $\mu\text{g/L}$ 、最大でも 50.5  $\mu\text{g/L}$  と高い値は示しておらず、中国地方において、ニッケルのヒト暴露リスクがあるものは検出されなかった。

中国地方の各種平均値は中国地方の平均値と同等であり、四国地方のほうがいずれの値も 2 倍強程度大きい。四国地方ではニッケルの高分布域は高クロム濃度域に合致する傾向にあったが、それは中国地方においても同様の傾向にあり、150 mg/kg 以上のニッケルを含有する土壌はいずれもクロム含有量の高い分布域に合致した。ニッケルの平均値が四国地方のほうが全体に高いのは、中国や九州・沖縄地方に比べて、四国地方のクロム鉾床の分布が帯状に顕著に分布するためと考えられる。

#### 4-10. アンチモン (Sb)

アンチモンの平均含有量は 1.7 mg/kg、平均塩酸溶出値は 0.064 mg/kg、平均水溶出値は 0.3  $\mu\text{g/L}$  を示し、中国地方、九州・沖縄地方の平均値といずれも同等の値を示した。アンチモン含有量の最大値を示した土壌は、山口県の大河内川上流坂水周辺の褐色森林土壌で 24 mg/kg を示した。最大塩酸溶出値の 1.27 mg/kg を示したのは島根県銀山川流域下流の赤黄色土であった。最大水溶出量値の 5.7  $\mu\text{g/L}$  を示したのは、他の懸念元素の溶出値も同様に高かった土師川流域の灰色低地土壌であった。しかし、このような最大の含有量値や溶出量値を呈した土壌を含め、中国地方でアンチモンに関してヒト暴露リスクはない結果が算出されている。

#### 4-11. セレン (Se)

本地域における土壌中のセレンの平均含有量は 0.8 mg/kg、塩酸溶出量平均は 0.095 mg/kg、水溶出量平均は約 0.97  $\mu\text{g/L}$  を示し、含有量・塩酸溶出値に関しては、九州・沖縄地方よりは低く、四国地方と同等レベル、水溶出値に関しても四国・九州・沖縄地方に比

べて同等だが若干高めに値と呈した。セレン含有量の最大値は鳥取県西部の東山近傍のポトゾル土で 4 mg/kg を示したが、塩酸溶出量も水溶出量も低く、地域内で塩酸溶出値が環境基準を超える土壌は検出されなかった。一方、水溶出値に関しては、地域内で 1 カ所だけ 48  $\mu$ g/L と極端に高い値を示す灰色低地土壌が土師川流域に存在し、ヒ素、鉛、クロム共に環境基準を超える大きな溶出値を示し、セレンに関してもヒト暴露リスク指標値 TDI が 16.6 %を示した。中国地方でセレンに対して懸念される土壌が検出されたのはこのサイトのみであり、この地域の地下水利用は避けるべきと判断された。

#### 引用文献

地質調査所 (1992) 100 万分の 1 日本地質図, 第 3 版。

鉱物資源図簡略図 05 中国四国地方 (須藤定久・村尾 智 鉱物資源図中国四国, 地質調査総合センター) <https://unit.aist.go.jp/georesenv/mineral/topics.html> (2024 年 9 月 5 日閲覧)

中国地方工業用鉱物開発調査委員会 (1962) 中国地方の工業用鉱物資源第 1 弾. 218p.

中国地方工業用鉱物開発調査委員会 (1963) 中国地方の工業用鉱物資源第 2 弾. 230p.

中国地方工業用鉱物開発調査委員会 (1964) 中国地方の工業用鉱物資源第 3 弾. 228p.

中国四国鉱山保安監督部 (2000) 鉱山保安法施行 50 周年記念誌 中国地方鉱山保安 50 年のあゆみ. 212p.

福岡 孝・松井整司 (2000) 三瓶火山の山頂火山灰について. 島根大学地球資源環境学研究報告, no.19, 27-29.

藤原健藏 (1996) 地形学のフロンティア. 大明堂. 東京, 377p.

原 淳子・川辺能成・坂本靖英・張 銘 (2021) 表層土壌評価基本図～四国地域～. 地質調査総合センター, 96p. [https://www.gsj.jp/Map/JP/soils\\_assessment.html](https://www.gsj.jp/Map/JP/soils_assessment.html)

Hara J. and Kawabe Y. (2022) Geochemical characteristics and risk assessment of minor elements in subsurface soils of abandoned mine-rich Shikoku region, Japan. *Journal of Soils and Sediments*. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03369-8>.

原 淳子・川辺能成 (2023) 表層土壌評価基本図～九州・沖縄地域～. 地質調査総合センター, 129p. [https://www.gsj.jp/Map/JP/soils\\_assessment.html](https://www.gsj.jp/Map/JP/soils_assessment.html)

飯泉 滋・沢田順弘・先山 徹・今岡照喜 (1985) 中国・四国地方の白亜紀～古第三紀火成活動一火成岩類の対比を中心として一. *地球科学*, **39**, 372-384.

今岡照喜・村上允英, (1986) 匹見層群および関連貫入岩類. 村上允英・今岡照喜編: 西中国および周辺地域の酸性～中性火成活動. 山口大教養部紀要, 村上允英教授記念号, 84-99.

Imaoka, T., Murakami, N., Matsumoto, T. and Yamasaki, H. (1988) Paleogene cauldrons in the western San-in district, Southwest Japan. *Jour. Fac. Sci., Liberal Arts, Yamaguchi Univ.*, **22**, 41-75.

今岡照喜・関 達也・中島和夫 (1989) 白亜紀関門層群の玄武岩質安山岩に含まれるクロマ

- イトクロム・エンディオプサイド. 白木敬一編：総合研究 (A) 研究成果報告書, 日本の高マ  
グネシア安山岩, 119-123.
- 今岡照喜・大平 武・沢田順弘・板谷徹丸 (1994) 中国・四国地方における白亜紀～第三紀  
火成岩類の放射年代. *岡山理科大学自然科学研究科研報*, **20**, 3-57.
- 今岡照喜・西村裕二郎・吉原和彦・田中盛正・加々美寛雄, (1999) 古第三紀宇部層群中の白  
岸凝灰岩の岩石記載とその噴出源. *地質学論集*, **no.53**, 393-401.
- Ishihara, S. (1971) Modal and chemical composition of the granitic rocks related to the major  
molybdenum and tungsten deposits in the Inner zone of southwest Japan. *Jour. Geol. Soc.  
Japan*, **77**, 441-452.
- Ishihara, S. (1977) The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.*, **27**,  
293-305
- 石渡 明 (1989) 日本のオフィオライト. *地学雑誌*, **98**, 290-303.
- 磯崎行雄・丸山茂徳 (1991) 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地体  
構造区分. *地学雑誌*, **100**, 697-761.
- 環境省 (2003) 環境省告示第 18 号 土壌溶出量調査に係る測定方法を定める件  
URL: <https://www.env.go.jp/hourei/06/000031.html> (閲覧日: 2024 年 9 月 5 日)
- 環境省 (2003) 環境省告示第 19 号 土壌含有量調査に係る測定方法を定める件  
URL: <https://www.env.go.jp/hourei/06/000029.html> (閲覧日: 2024 年 9 月 5 日)
- Kimura, J.-I., Kynikiyo, T., Osaka, I., Nagao, T., Yamaguchi, S., Kakubuchi, S., Okada, S.,  
Fujibayashi, N., Okada, R., Murakami, H., Kusano, T., Umeda, K., Hayashi, S., Ishimura, T.,  
Ninomiya, A. and Tanase, A. (2003) Late Cenozoic volcanic activity in the Chugoku area,  
southwest Japan arc during back-arc basin opening and reinitiation of subduction. *The  
Island Arc*, **12**, 22-45.
- Kimura, J.-I., Stern, R.J. and Yoshida, T. (2005) Re-initiation of subduction and magmatic  
responses in SW Japan during Neogene time. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **117**, 969-986.
- 経済企画庁総合開発局 (1971) 20 万分の 1 土地分類基本調査 (土壌図) 「島根県」  
国土交通省, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F2/MAP/232003.jpg>  
(閲覧日: 2024 年 9 月 5 日)
- 経済企画庁総合開発局 (1972) 20 万分の 1 土地分類基本調査 (土壌図) 「広島県」  
国土交通省, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F2/MAP/234003.jpg>  
(閲覧日: 2024 年 9 月 5 日)
- 経済企画庁総合開発局 (1973) 20 万分の 1 土地分類基本調査 (土壌図) 「山口県」  
国土交通省, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F2/MAP/235003.jpg>  
(閲覧日: 2024 年 9 月 5 日)
- 経済企画庁総合開発局 (1974a) 20 万分の 1 土地分類基本調査 (土壌図) 「岡山県」  
国土交通省, URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F2/MAP/233003.jpg>

- (閲覧日：2024年9月5日)  
経済企画庁総合開発局 (1974b) 20万分の1土地分類基本調査(土壤図)「鳥取県」  
国土交通省, URL : <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F2/MAP/231003.jpg>  
(閲覧日：2024年9月5日)  
気象庁 (2013) 日本活火山総覧(第4版) 一般財団気象業務支援センター. 1498p.  
Krivoruchko, K. (2012a). "Empirical Bayesian Kriging," ArcUser Fall 2012.  
Krivoruchko, K. (2012b). "Modeling Contamination Using Empirical Bayesian Kriging,"  
ArcUser Fall 2012.  
Krivoruchko, K. and Gribov, A. (2019). "Evaluation of empirical Bayesian kriging," Spatial  
Statistics Volume **32**. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2019.100368>.  
Kurokawa, K. (1985) Petrology of the Oeyama ophiolitic complex in the Inner Zone of  
Southwest Japan. Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. E., *Geol. & Mineral.*, **no.6**, 37-113.  
Miyake, Y. (1994) Geochemistry of igneous rocks of Shimane Peninsula, formed within a  
Miocene back-arc rifting zone at the Japan Sea margin. *Geochem. Jour.*, **28**, 451-472.  
Morris, P.A., Itaya, T., Watanabe, T. and Yamaguchi, S. (1990) Potassium/argon ages of  
Cenozoic igneous rocks from eastern Shimane Prefecture - Oki Dozen Island, Southwest  
Japan and the Japan sea opening. *Jour. SE Asian Earth Sci.*, **4**, 125-131.  
Murakami, N. (1974) Some problems concerning late Mesozoic to early Tertiary igneous  
activity on the inner side of Southwest Japan. *Pacific Geol.*, **8**, 139-151.  
日本地質学会 (2009) 日本地方地質誌6 中国地方. 朝倉書店. 536p.  
Nishimura, Y. (1998) Geotectonic subdivision and areal extent of the Sangun belt, Inner Zone  
of Southwest Japan. *Jour. Metamorphic Geol.*, **16**, 129-140.  
小倉博之(2004)近畿地方北部と中国地方西部の単成火山. 太田陽子ほか編:日本の地形6 近  
畿・中国・四国. 東京大学出版会. 東京, 138-141.  
大西郁夫・高安克己(1982) 中海の生い立ち. 島根大学地域分析研究会編: 飢字の入海. た  
たら書房, 米子, 1-26.  
Pilz, J. and G. Spöck (2007). "Why Do We Need and How Should We Implement Bayesian  
Kriging Methods," *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* **22 (5)**, 621-632  
貞方 昇・赤木祥彦(1985) 島根県日野川流域の鉄穴流しによる地形改変. たたら研究, 27,  
1-13.  
産業技術総合研究所地質調査総合センター (2017) 20万分の1日本シームレス地質図 V2.  
URL : <https://gbank.gsj.jp/seamless/use.html> (閲覧日：2024年9月5日)  
須藤定久・村尾 智(2004) 鉱物資源図 中国四国 産総研地質調査総合センター.  
高島 清(1954) 岡山県和気水銀鉱床調査報告. *地質調査所月報*, **7(5)**, 19-22.  
高島 清(1956) 岡山県和気水銀鉱床概査報告. *地質調査所月報*, **7(5)**, 219-222.  
USEPA (1989) Health effects assessment. In: Office of Emergency and Remedial Response.

U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

WHO (1996) Guideline for Drinking-Water Quality, second ed. WHO, Geneva, 973p.

#### 謝辞

表層土壌評価基本図の作成にあたり、各県の担当者の方、調査地域の方々にはご理解を頂き、土壌試料提供にご協力頂きました。心から厚く御礼申し上げます。

同地圏環境リスク研究グループのテクニカルスタッフ 深井沙英子氏、野島彩友美氏、花田順子氏には、土壌試料の採取、前処理、化学分析、データ解析作業に至るまでご協力を頂きましたことに、感謝致します。

< 重金属類分布図 >

全含有量

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Cr
Ni	Cu	Zn	As	Se	Sb	Pb	U	Mo	

塩酸溶出量

B	Al	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sb	Pb	U	Mo
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----

水溶出量

pH	EC	Al	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	B								
F	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sb	Pb	U	Mo	

リスク評価図

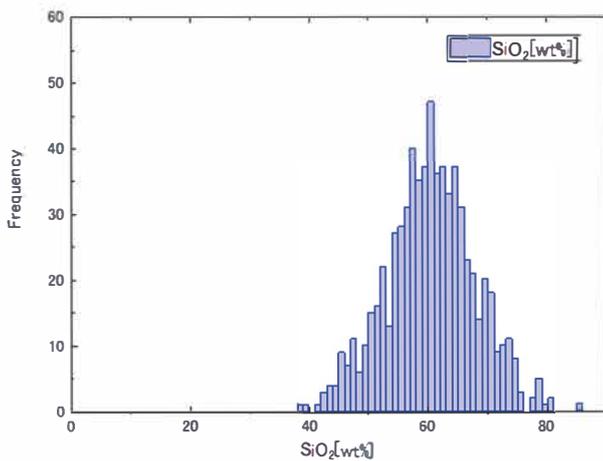
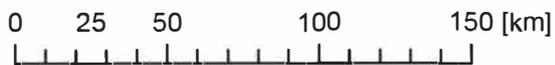
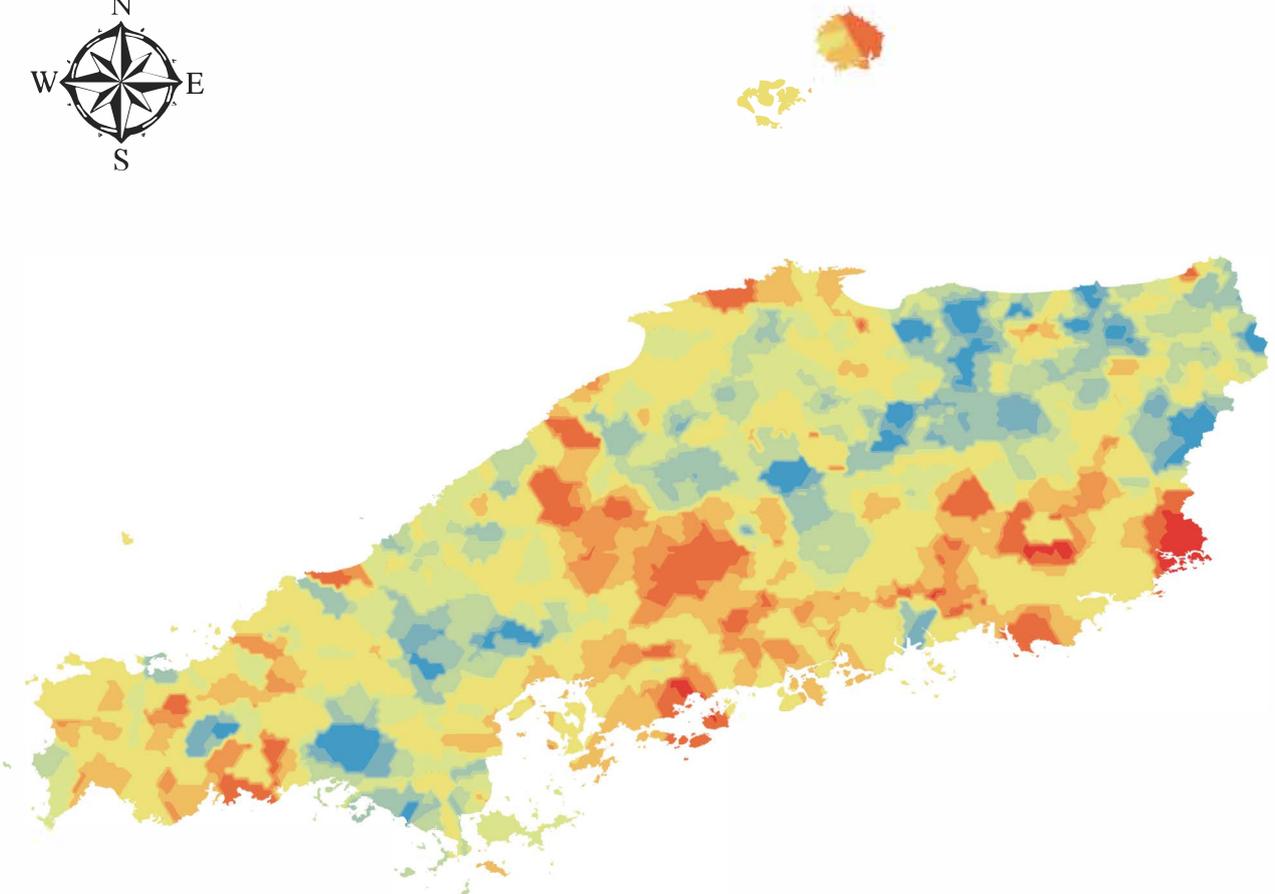
Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sb	Pb	U
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

※表示したい図面の元素をクリックすると、該当ページに移動します。

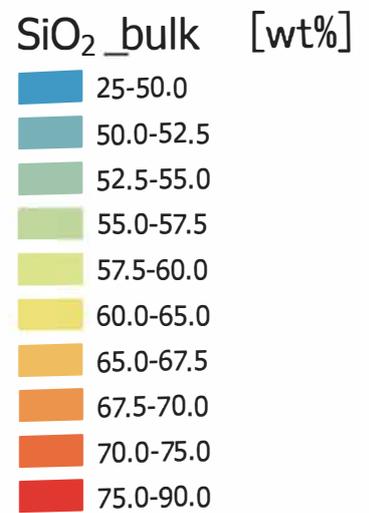
※採取地域の地球化学情報の詳細は、WEB サイトよりダウンロード可能な KMZ ファイルを参照下さい。

全含有量

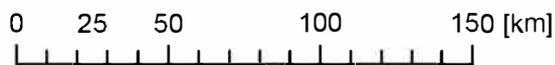
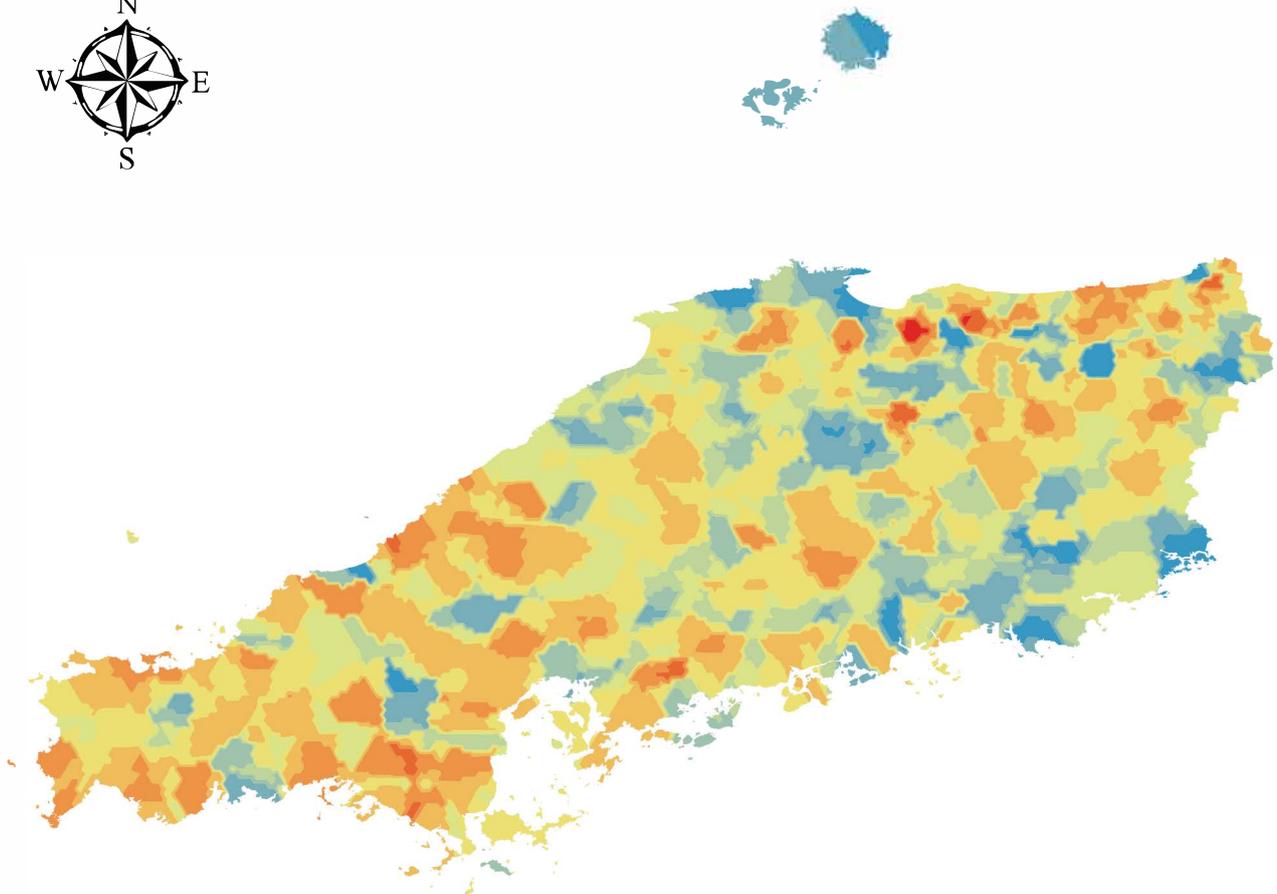
# SiO<sub>2</sub>\_bulk



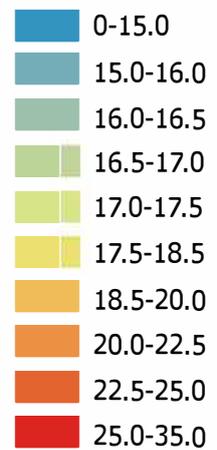
SiO <sub>2</sub> _bulk [wt%]	
Count	690
Min	38.564
Max	85.354
Mean	60.479
Std.Dev.	7.414
Skewness	-0.026
Kurtosis	0.044
Median	60.481



# Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_bulk

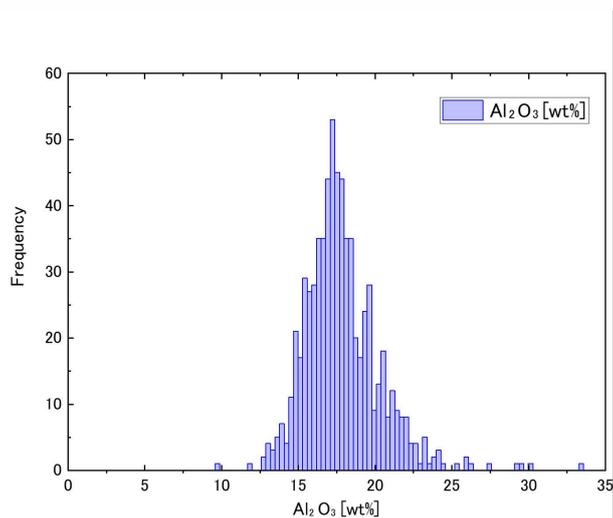


Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_bulk [wt%]

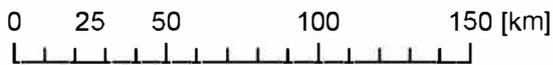
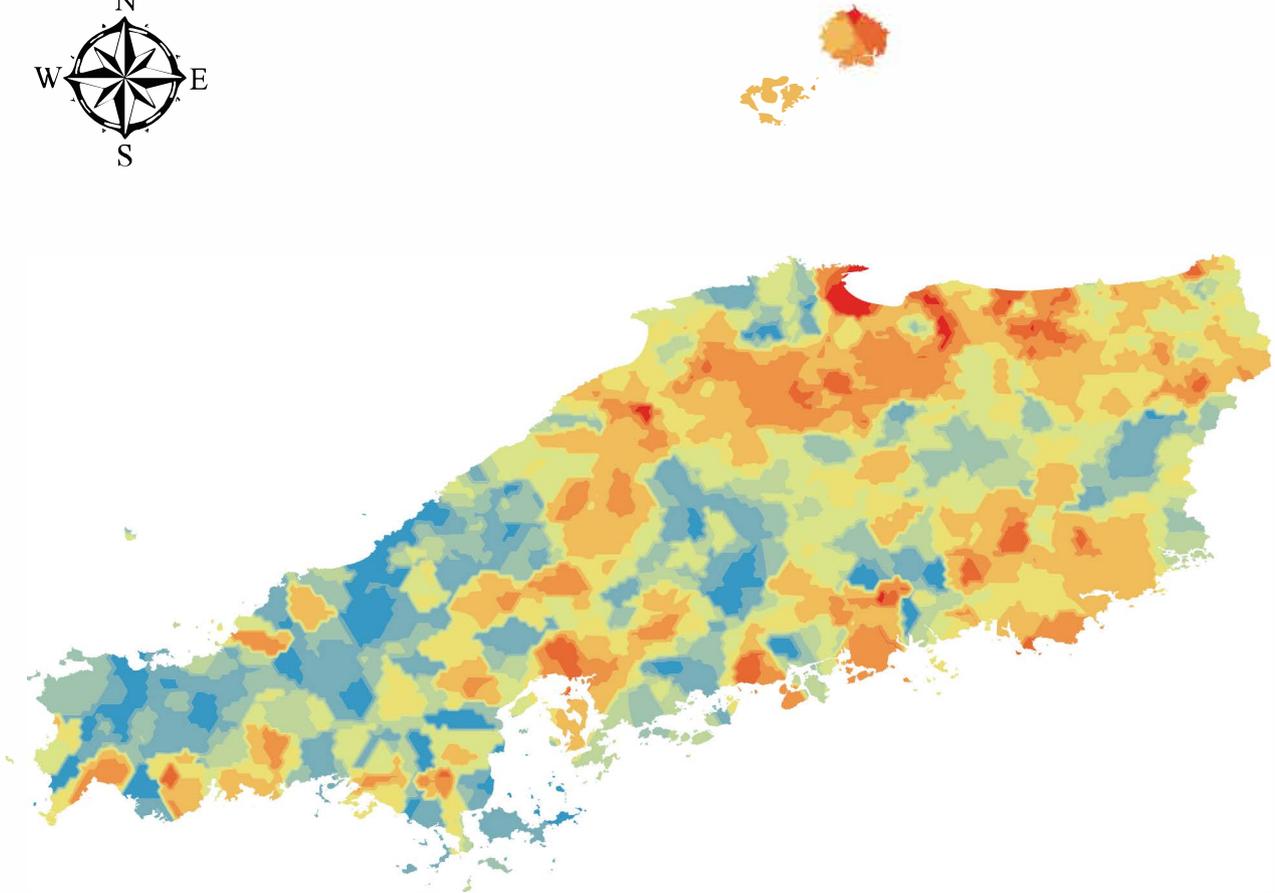


Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_bulk [wt%]

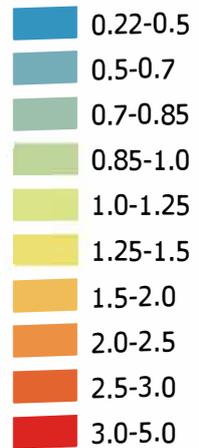
Count	690
Min	9.630
Max	33.450
Mean	17.844
Std.Dev.	2.470
Skewness	1.260
Kurtosis	4.512
Median	17.468



# Na<sub>2</sub>O\_bulk

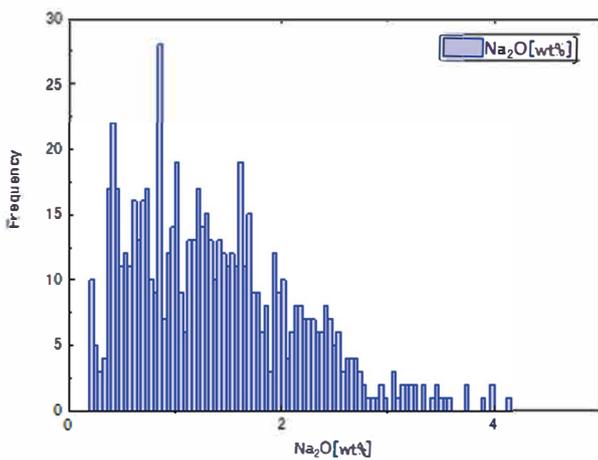


Na<sub>2</sub>O\_bulk [wt%]

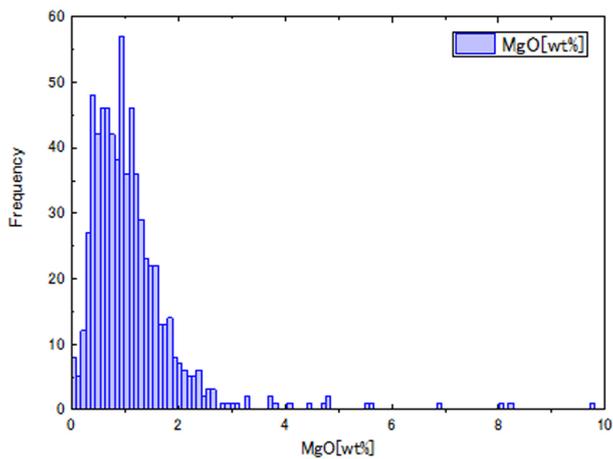
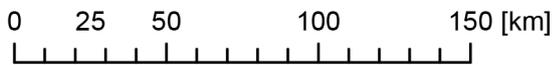
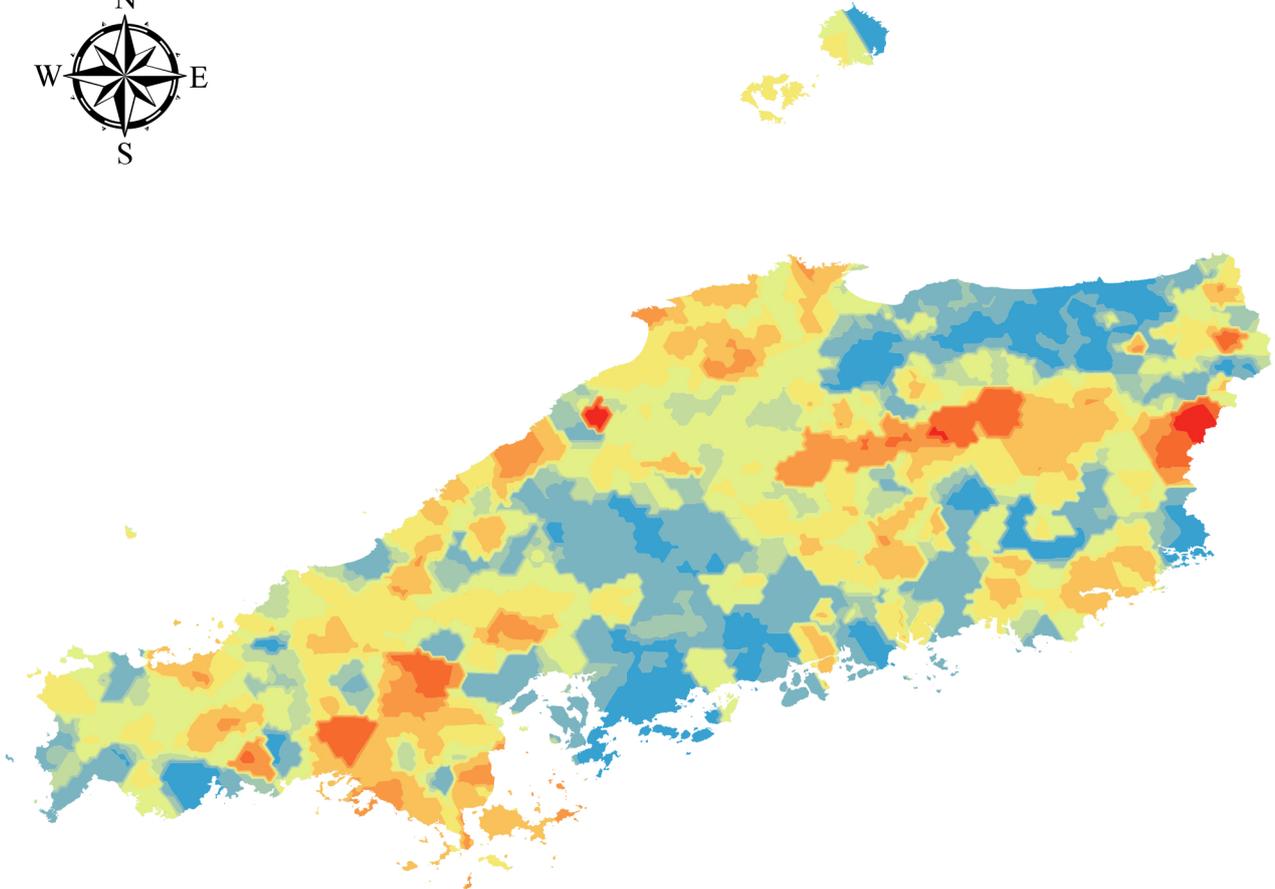


Na<sub>2</sub>O\_bulk [wt%]

Count	690
Min	0.220
Max	4.131
Mean	1.388
Std.Dev.	0.775
Skewness	0.749
Kurtosis	0.225
Median	1.280

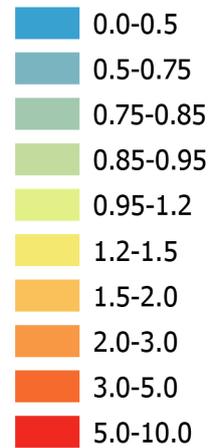


# MgO\_bulk

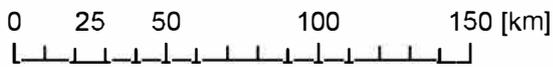
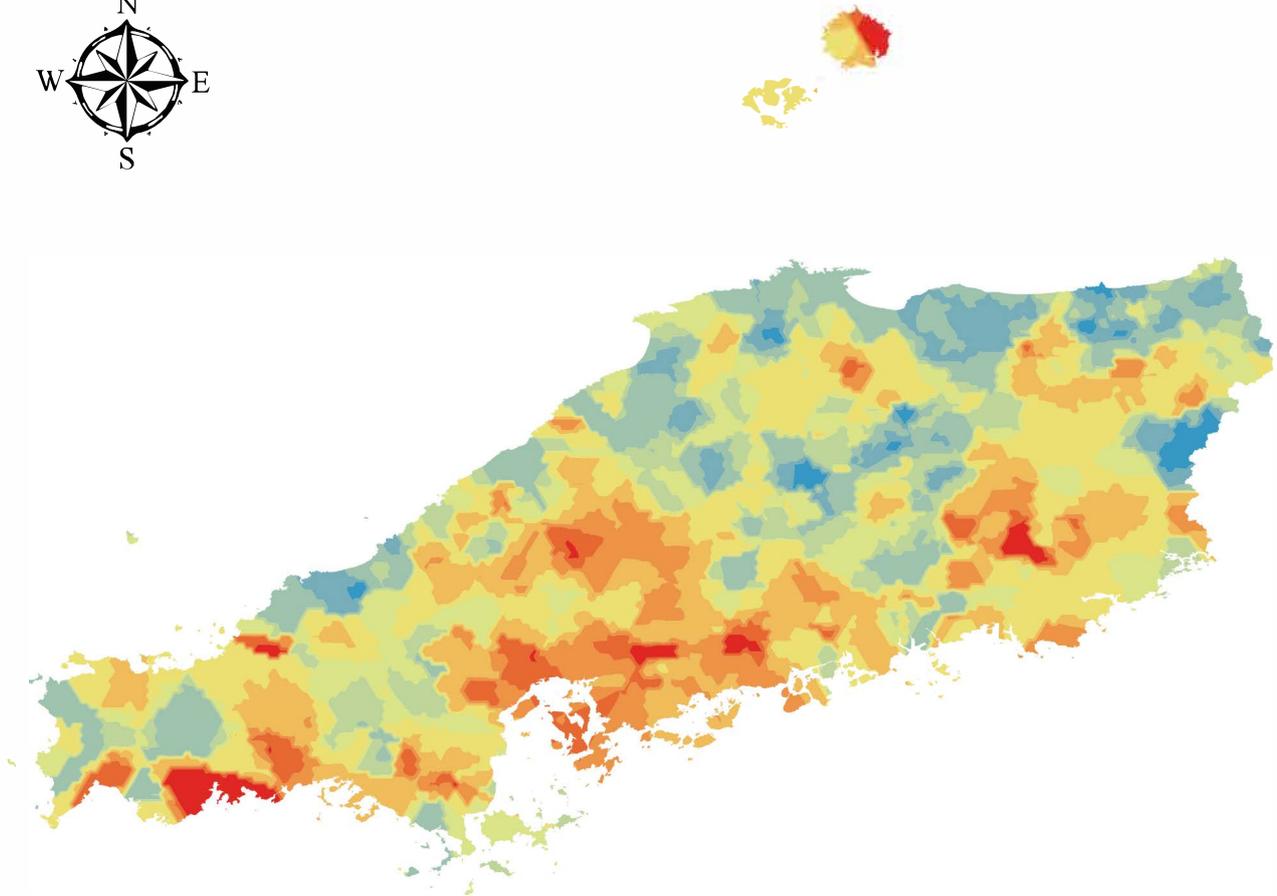


MgO_bulk [wt%]	
Count	690
Min	n.d.
Max	9.739
Mean	1.108
Std.Dev.	0.892
Skewness	4.185
Kurtosis	28.359
Median	0.948

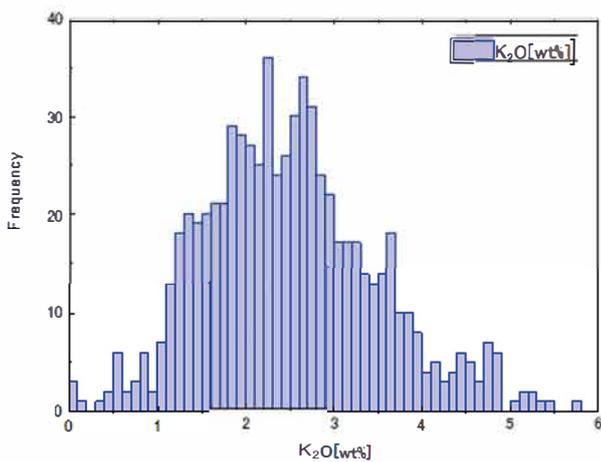
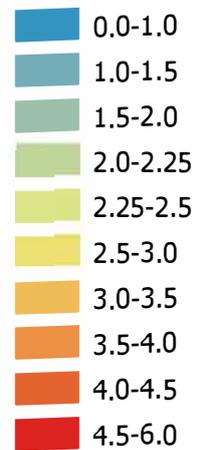
MgO\_bulk [wt%]



# K<sub>2</sub>O\_bulk

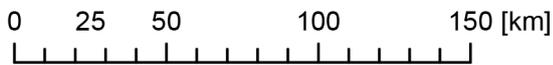
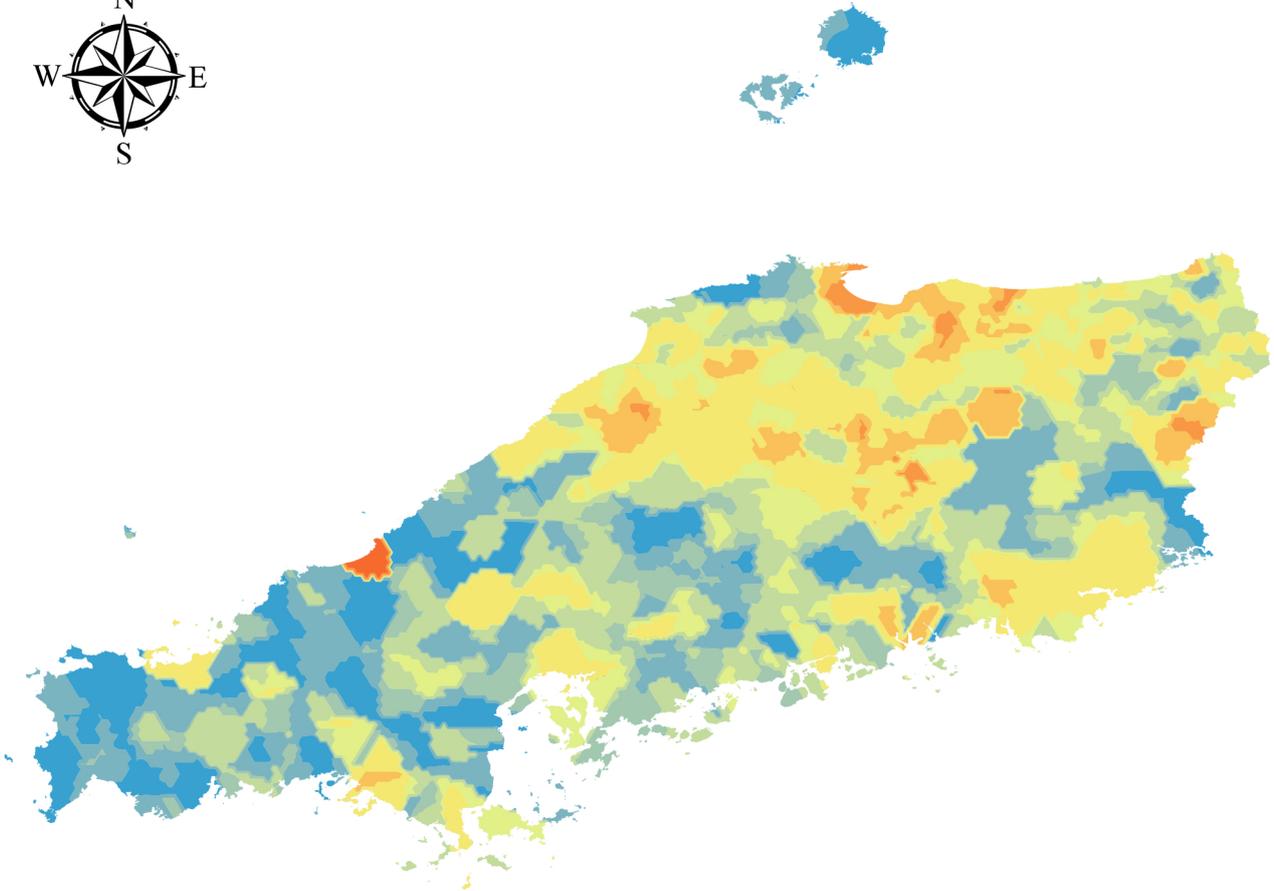


K<sub>2</sub>O\_bulk [wt%]

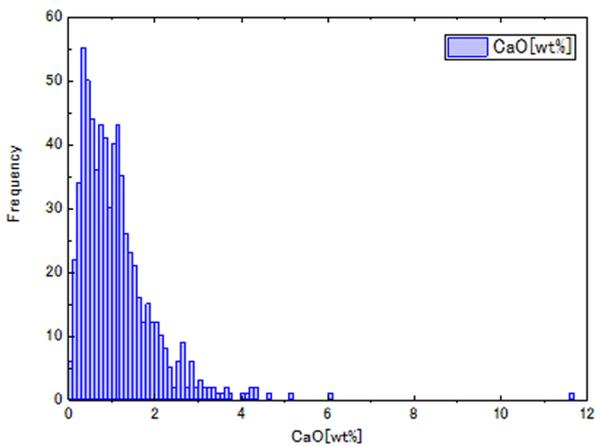
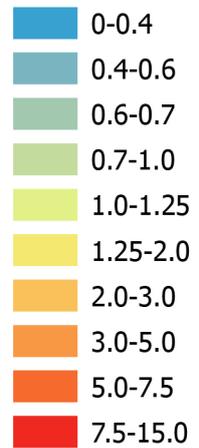


K <sub>2</sub> O_bulk [wt%]	
Count	690
Min	n.d.
Max	5.786
Mean	2.509
Std.Dev.	0.983
Skewness	0.426
Kurtosis	0.148
Median	2.426

# CaO\_bulk



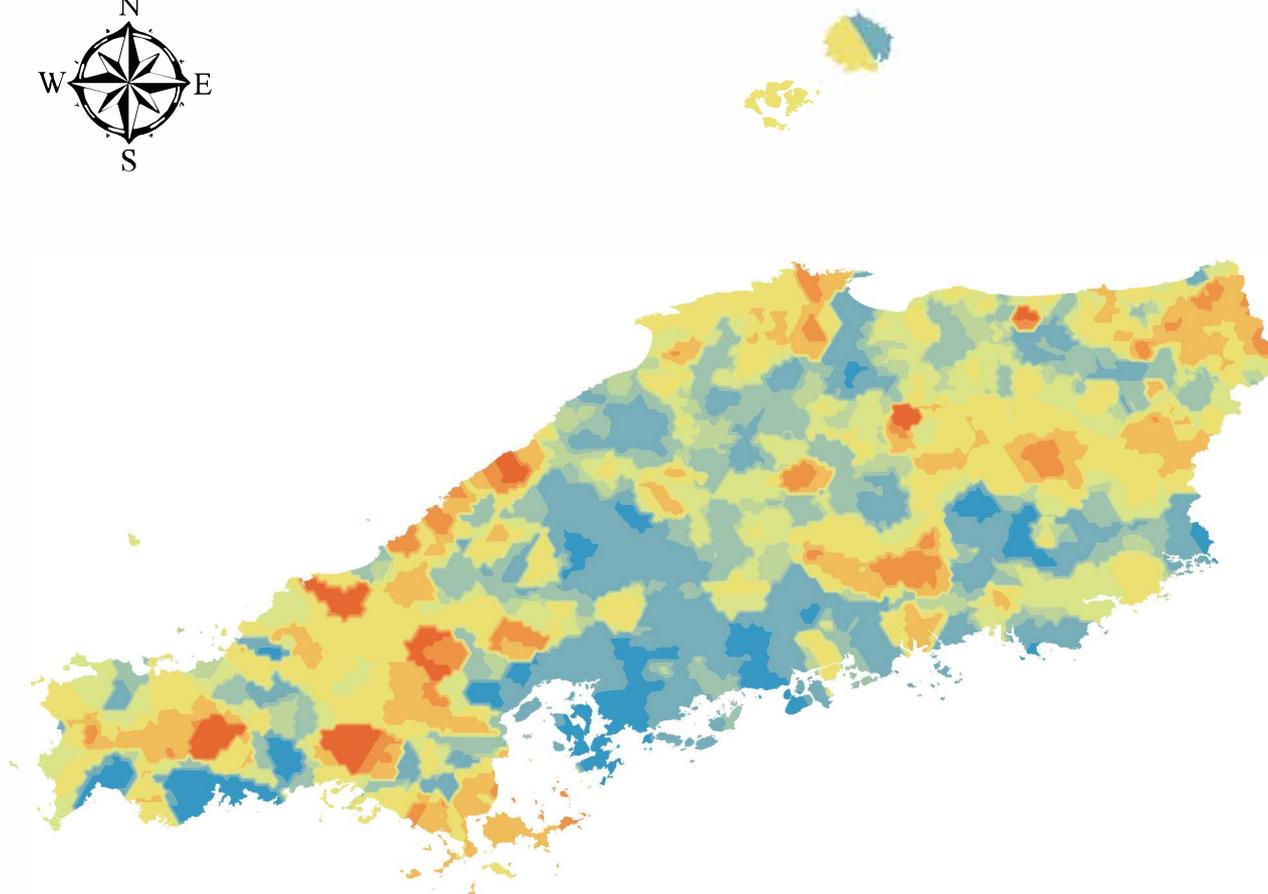
CaO\_bulk [wt%]



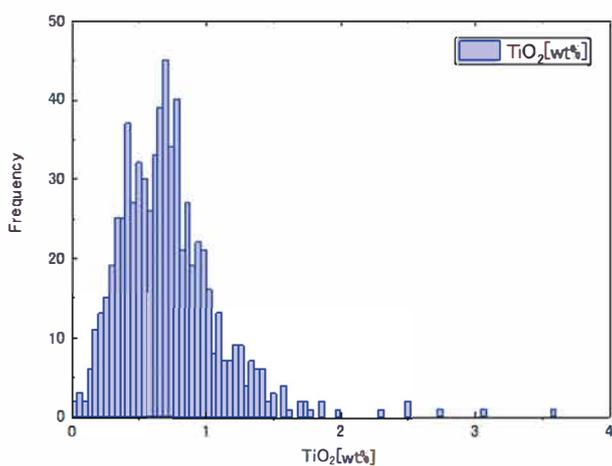
CaO\_bulk [wt%]

Count	690
Min	0.044
Max	11.683
Mean	1.129
Std.Dev.	0.911
Skewness	3.454
Kurtosis	28.118
Median	0.959

# TiO<sub>2</sub>\_bulk

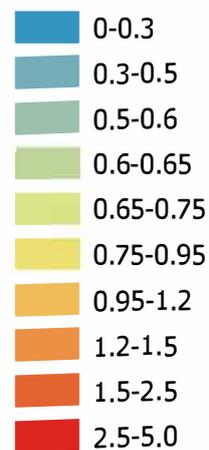


0 25 50 100 150 [km]

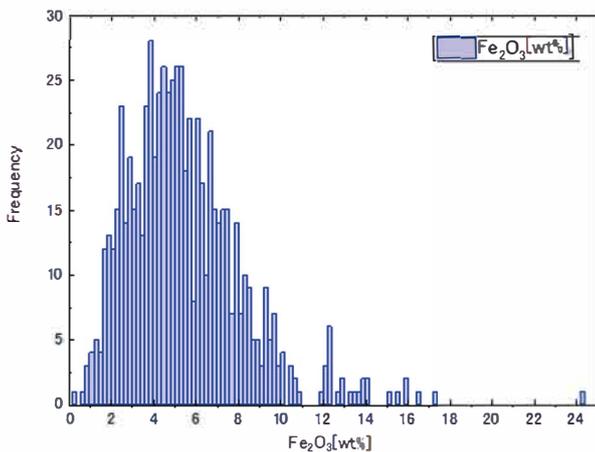
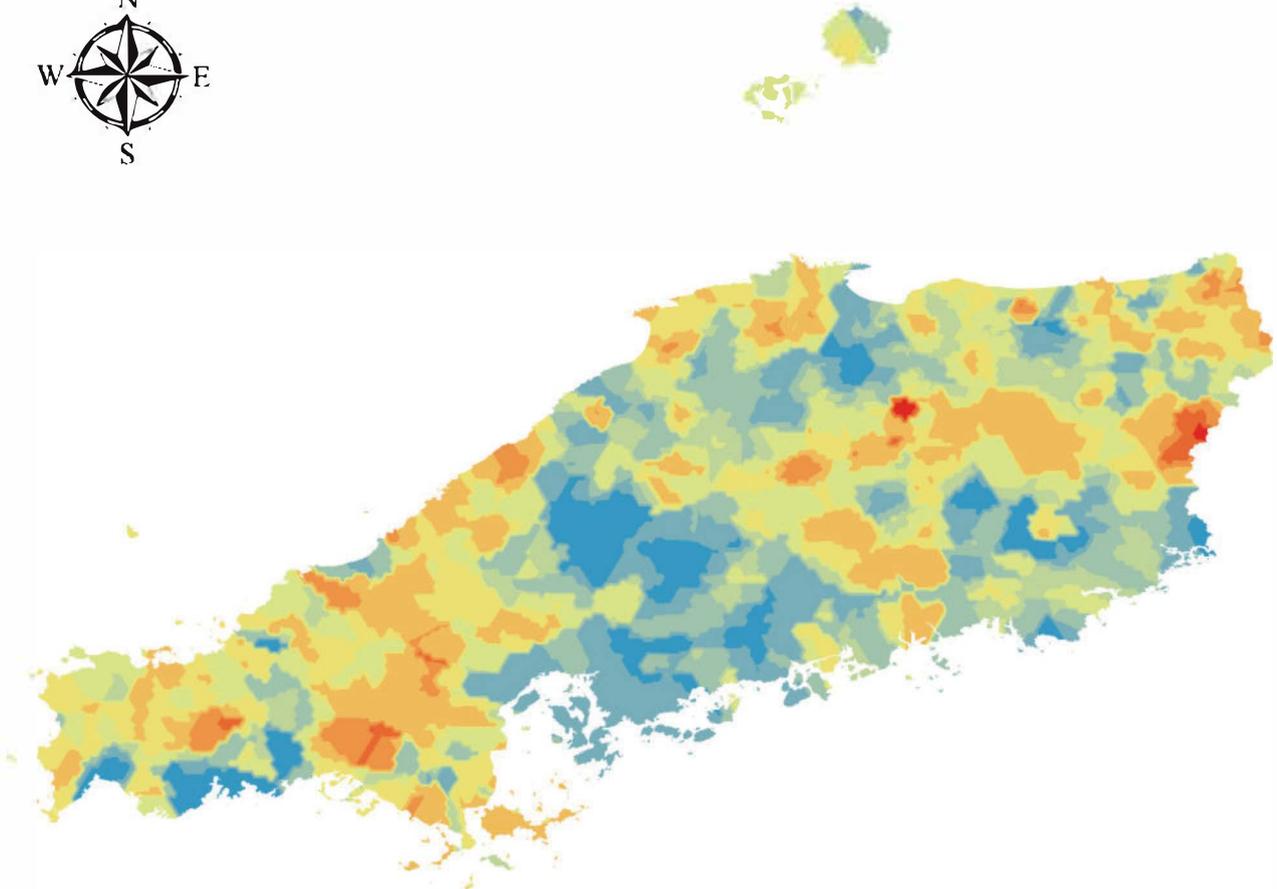


TiO <sub>2</sub> _bulk [wt%]	
Count	690
Min	0.031
Max	3.591
Mean	0.720
Std.Dev.	0.384
Skewness	1.904
Kurtosis	8.441
Median	0.678

TiO<sub>2</sub>\_bulk [wt%]



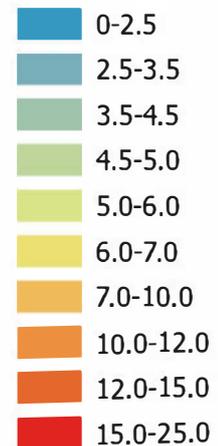
# Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_bulk



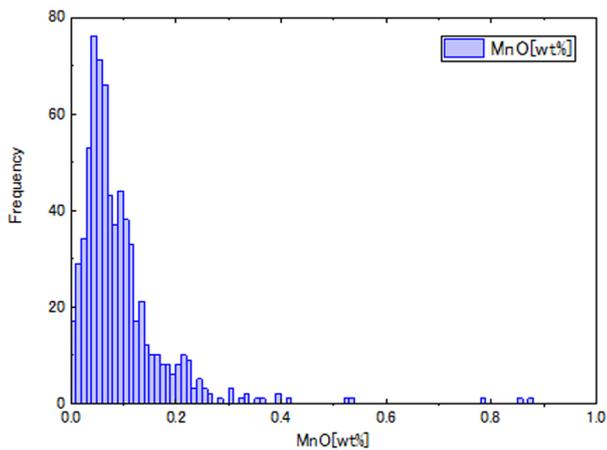
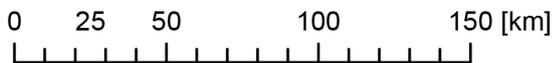
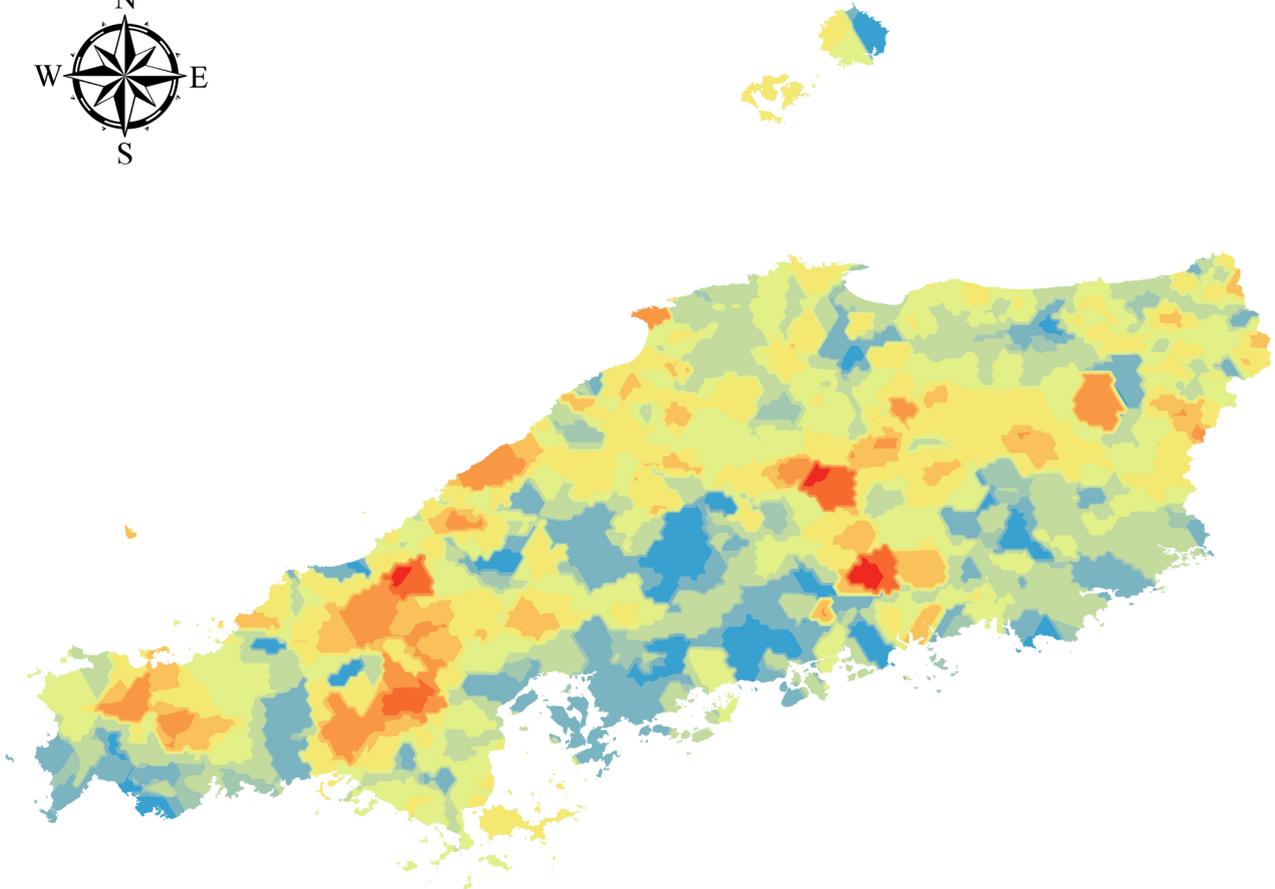
T-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_bulk [wt%]

Count	690
Min	0.347
Max	24.306
Mean	5.465
Std.Dev.	2.790
Skewness	1.418
Kurtosis	4.319
Median	5.030

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_bulk [wt%]

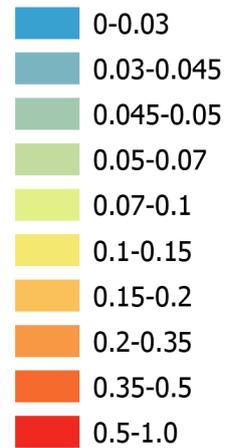


# MnO\_bulk

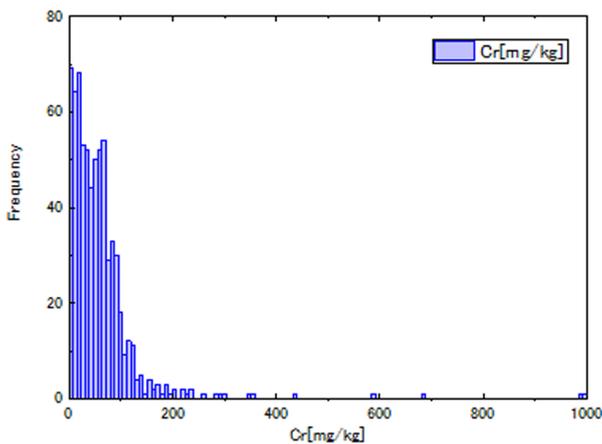
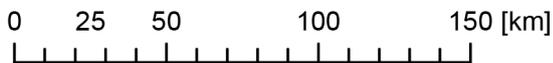
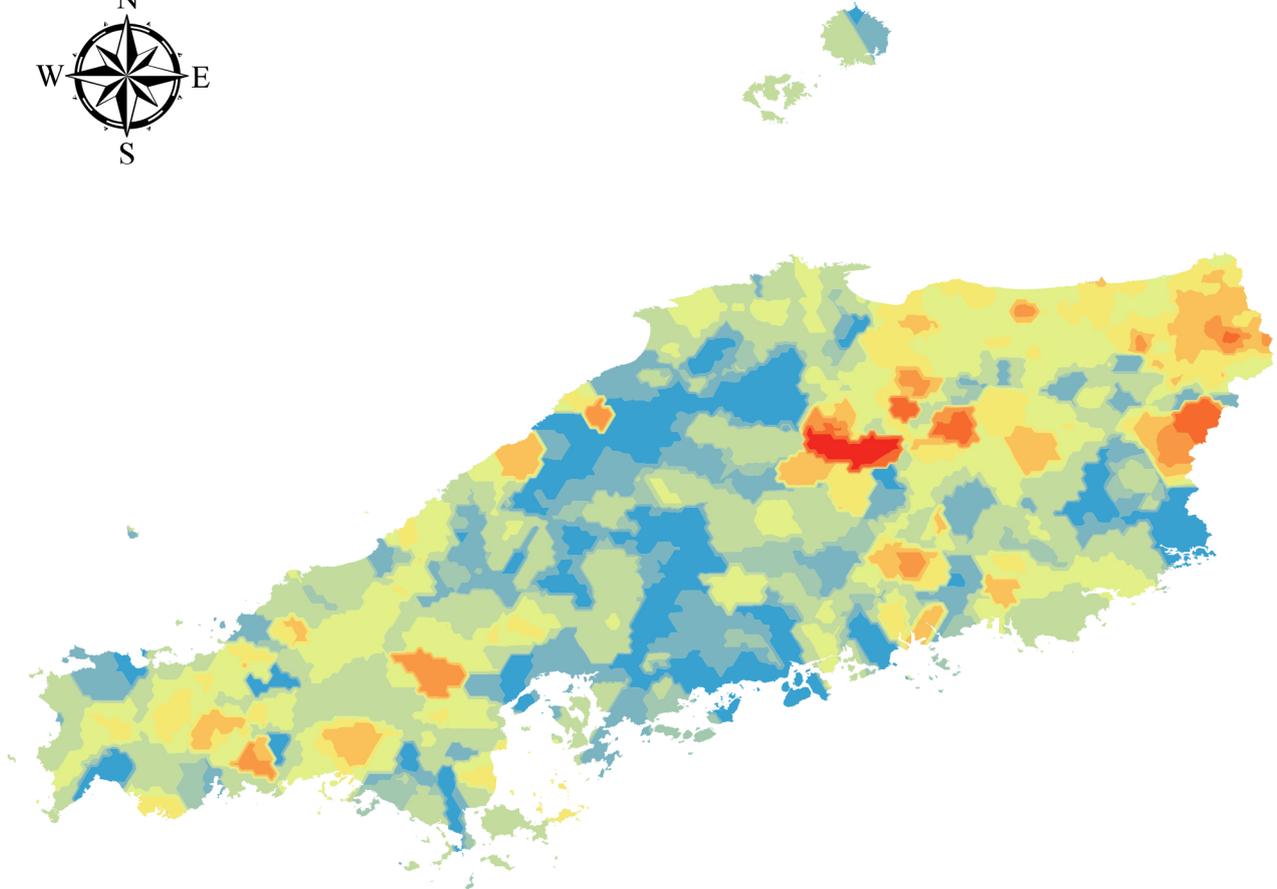


MnO_bulk[wt%]	
Count	690
Min	n.d.
Max	0.880
Mean	0.093
Std.Dev.	0.085
Skewness	4.123
Kurtosis	28.759
Median	0.070

MnO\_bulk [wt%]

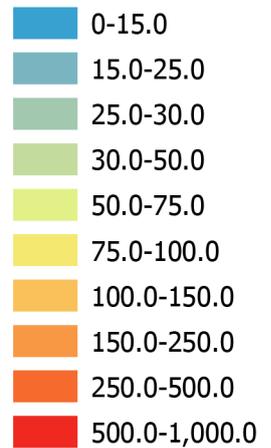


# Cr\_bulk

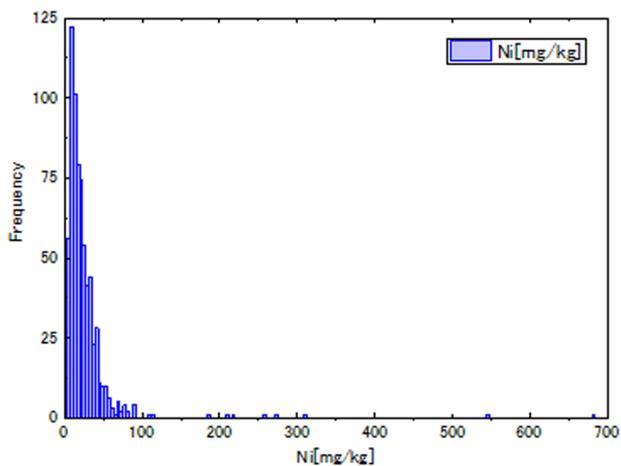
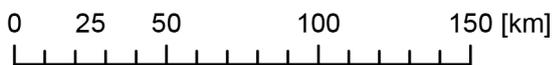
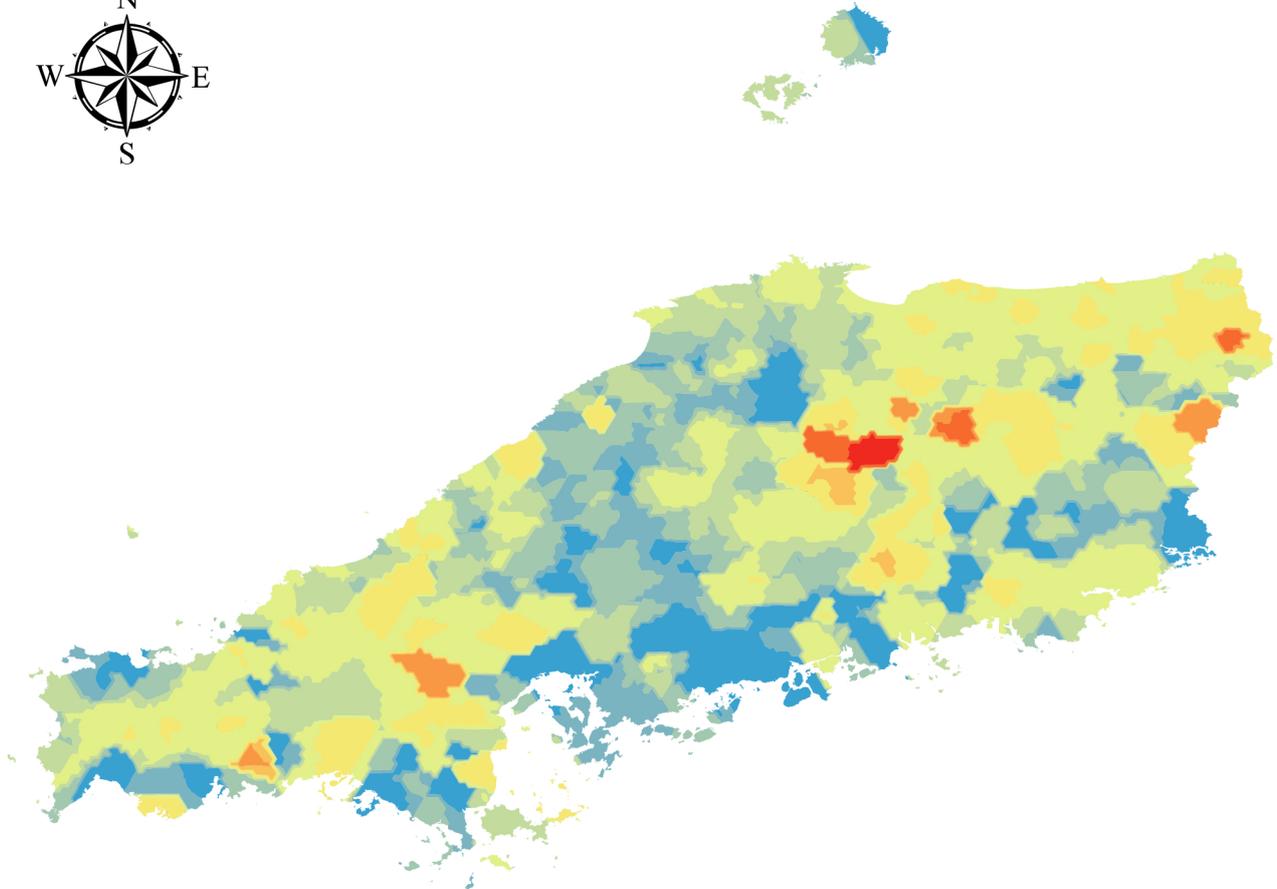


Cr_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	992.563
Mean	59.588
Std.Dev.	77.287
Skewness	6.944
Kurtosis	70.796
Median	46.922

## Cr\_bulk [mg/kg]

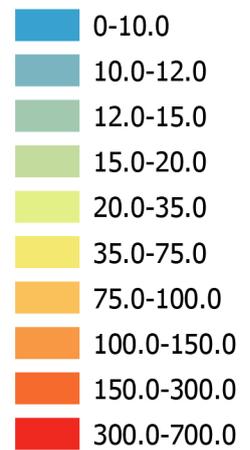


# Ni\_bulk

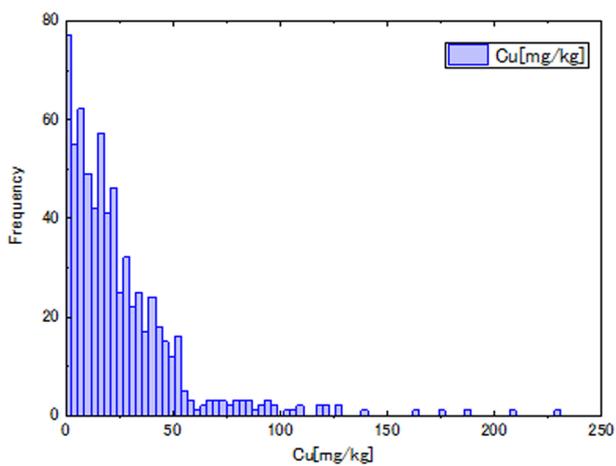
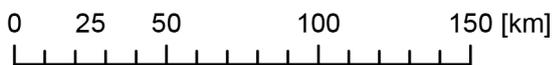
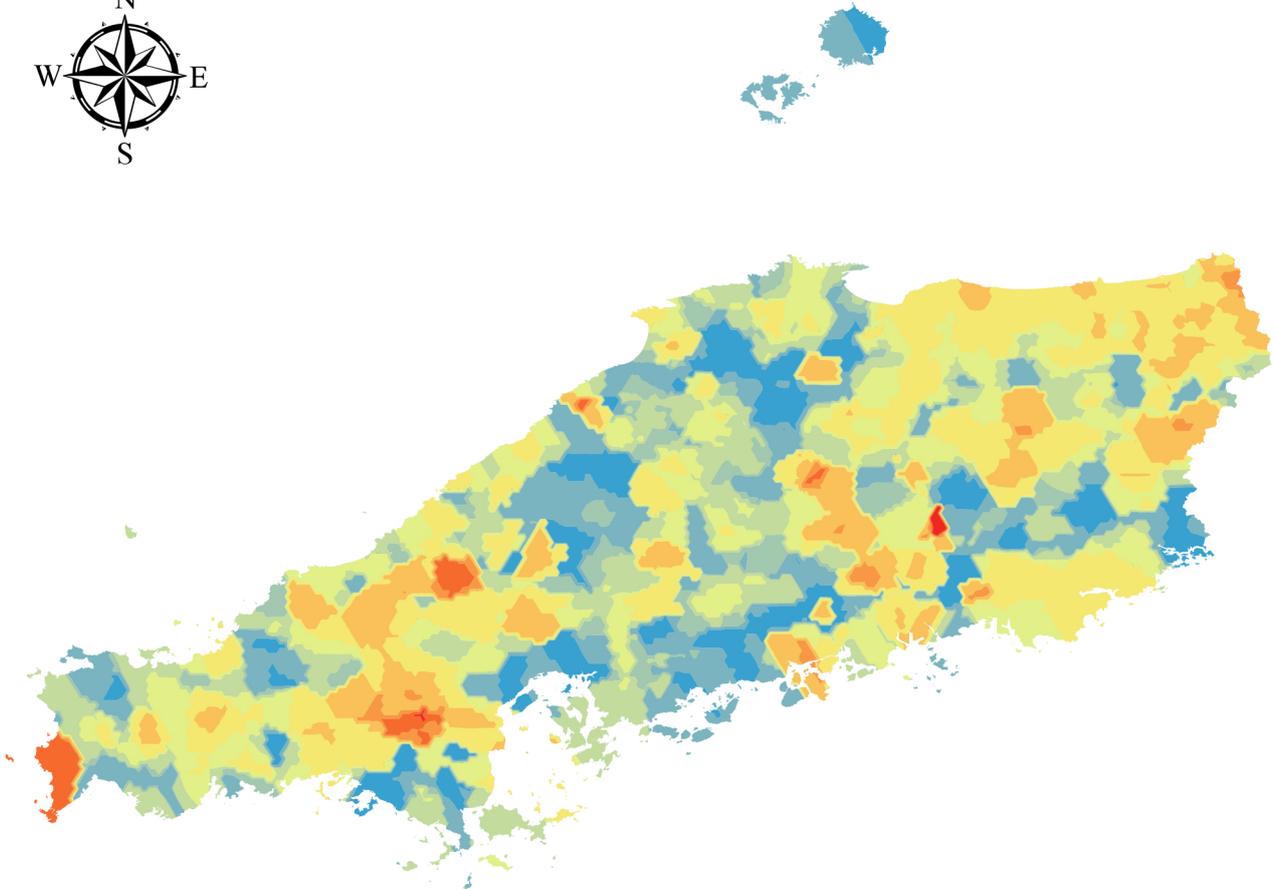


Ni_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	5.320
Max	681.359
Mean	26.984
Std.Dev.	41.178
Skewness	10.191
Kurtosis	135.150
Median	19.478

Ni\_bulk [mg/kg]

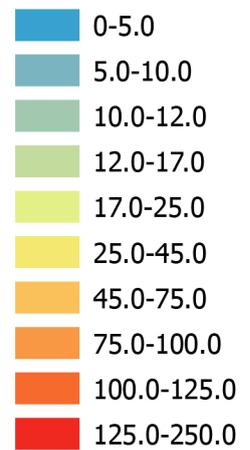


# Cu\_bulk

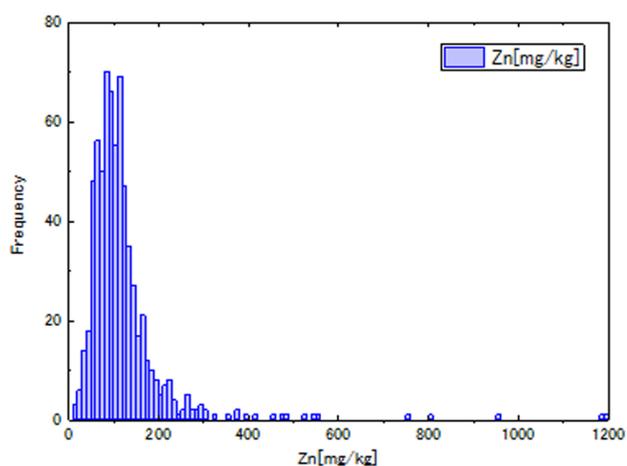
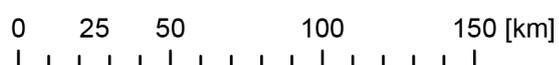
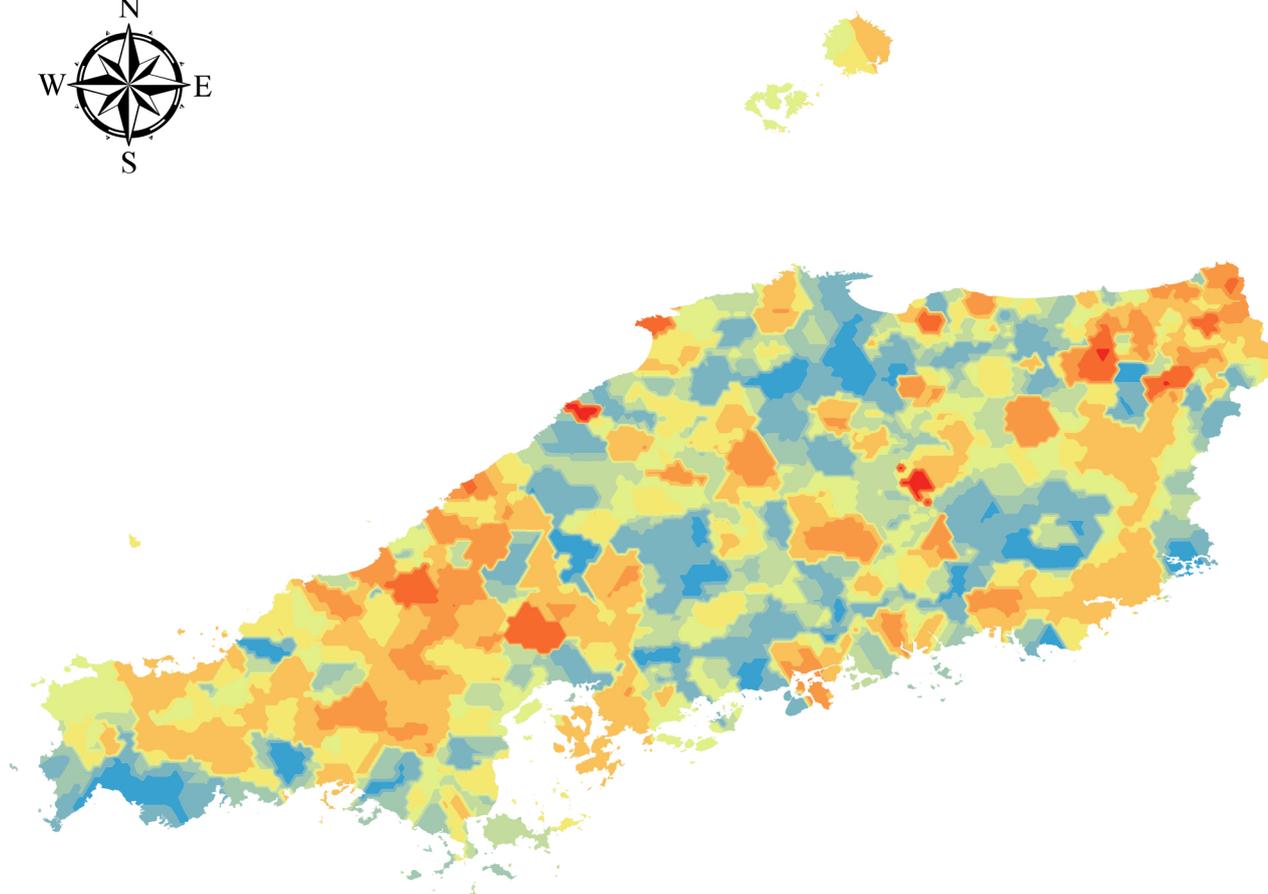


Cu_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	228.944
Mean	25.262
Std.Dev.	26.844
Skewness	2.887
Kurtosis	12.950
Median	18.406

Cu\_bulk[mg/kg]

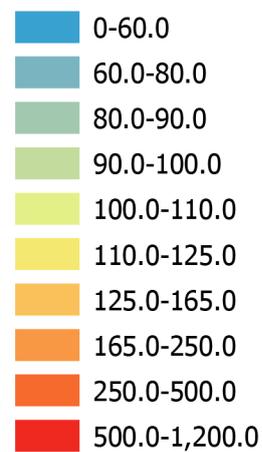


# Zn\_bulk

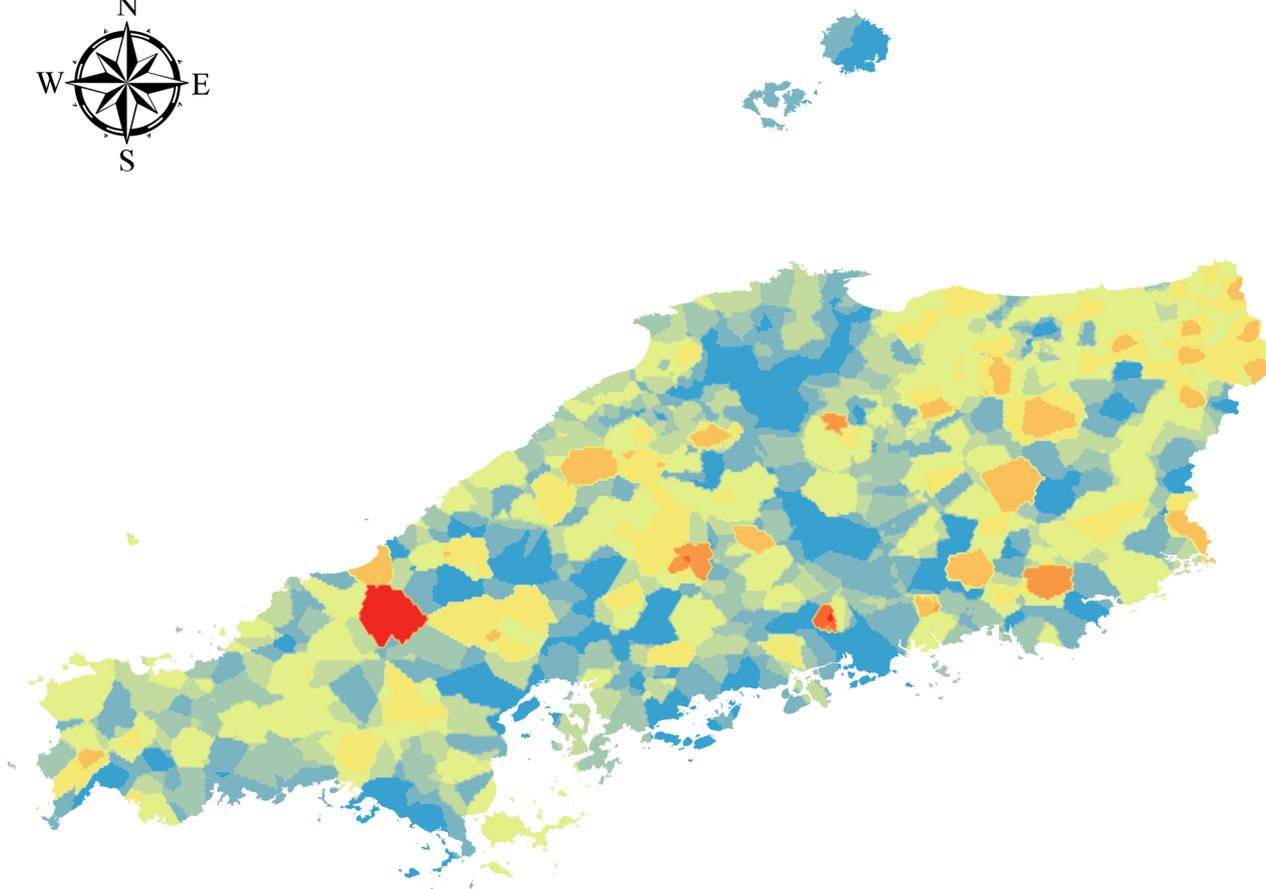


Zn_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	12.875
Max	1191.179
Mean	121.240
Std.Dev.	100.214
Skewness	5.918
Kurtosis	50.158
Median	102.204

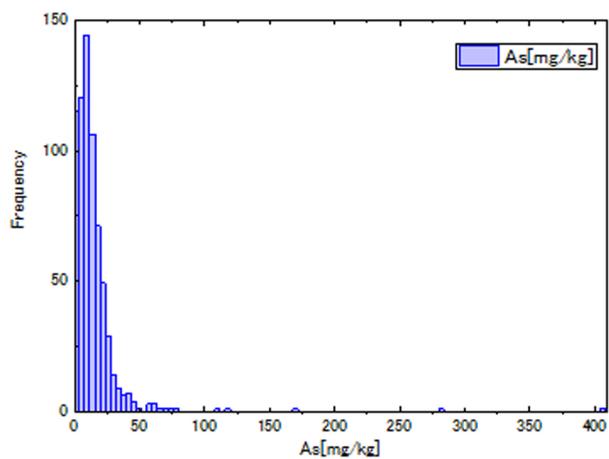
## Zn\_bulk [mg/kg]



# As\_bulk

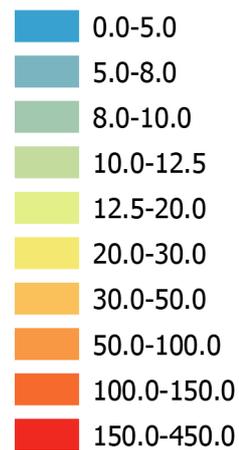


0 25 50 100 150 [km]

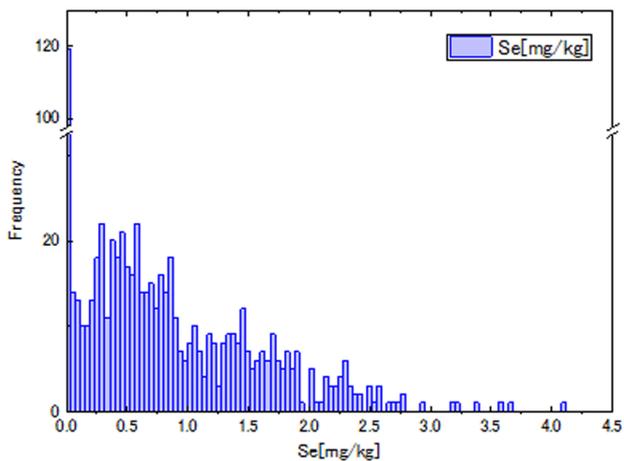
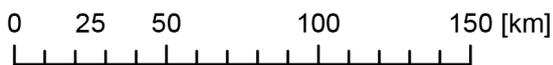
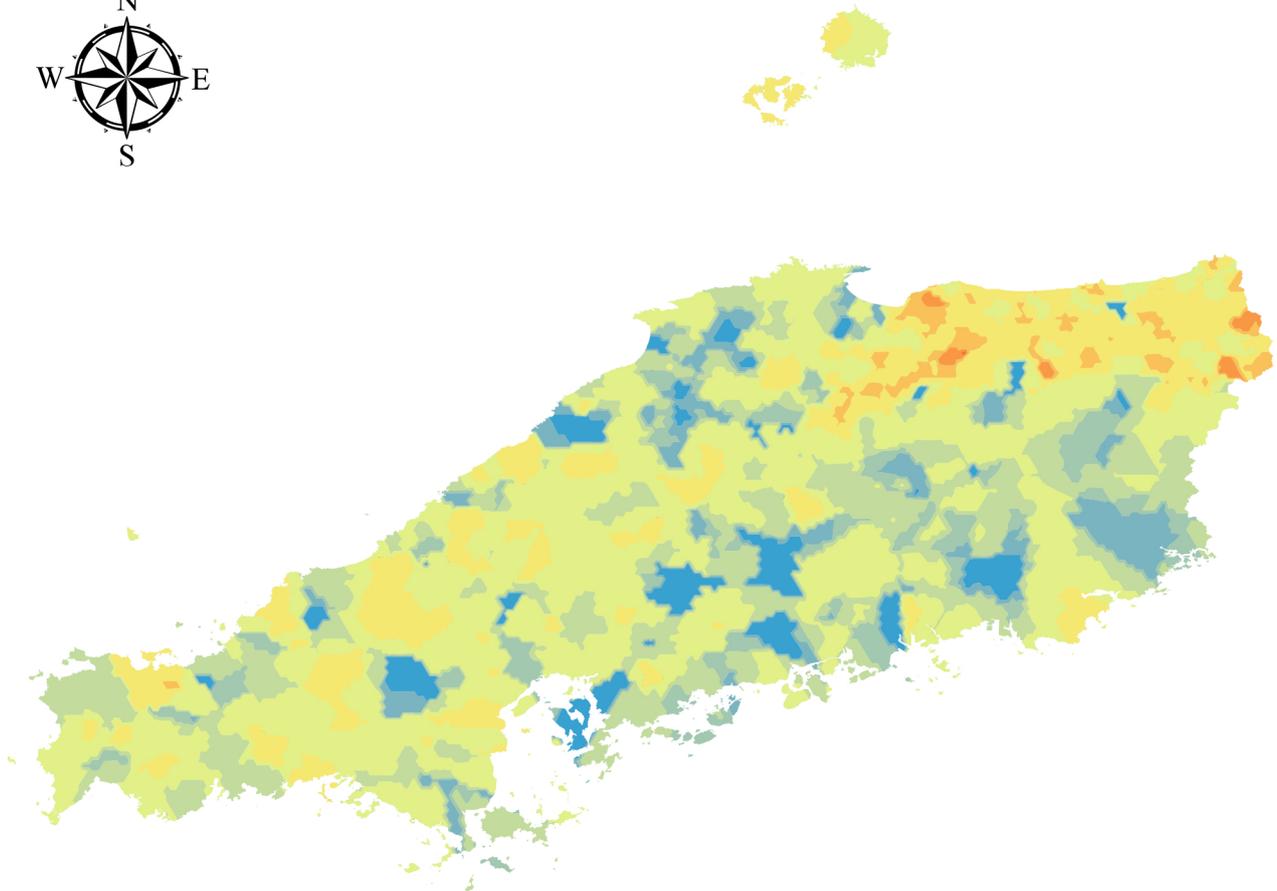


As_bulk [mg/kg]	
Count	687
Min	n.d.
Max	404.131
Mean	14.852
Std.Dev.	22.558
Skewness	10.825
Kurtosis	160.734
Median	11.255

As\_bulk [mg/kg]

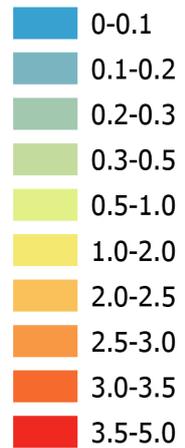


# Se\_bulk

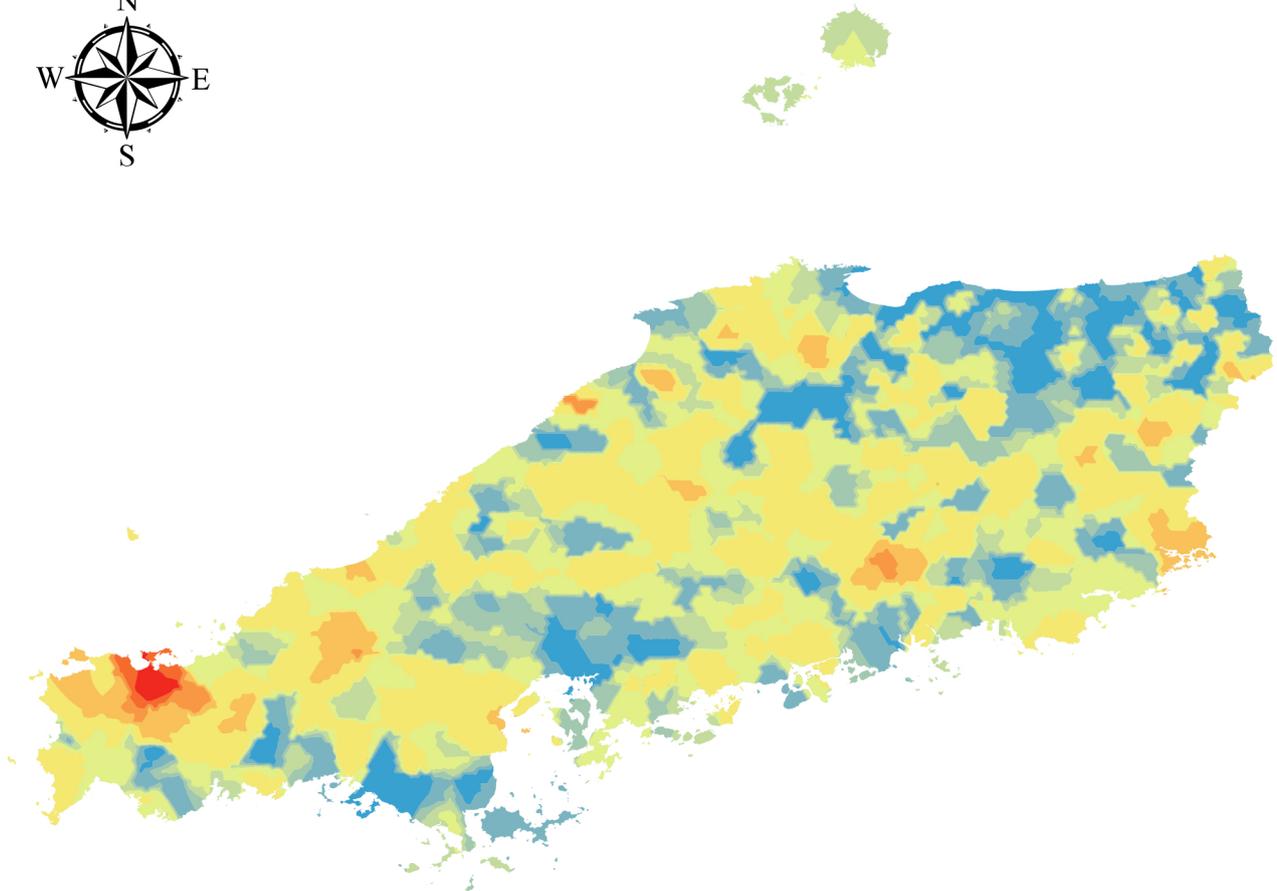


Se_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	4.081
Mean	0.794
Std.Dev.	0.731
Skewness	1.084
Kurtosis	0.998
Median	0.604

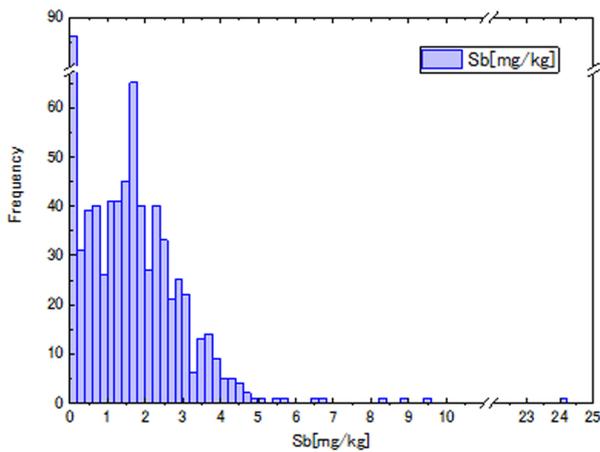
Se\_bulk [mg/kg]



# Sb\_bulk



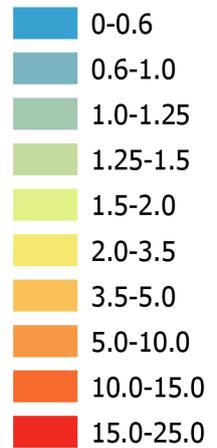
0 25 50 100 150 [km]



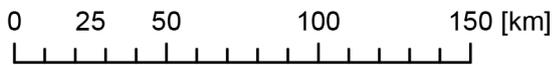
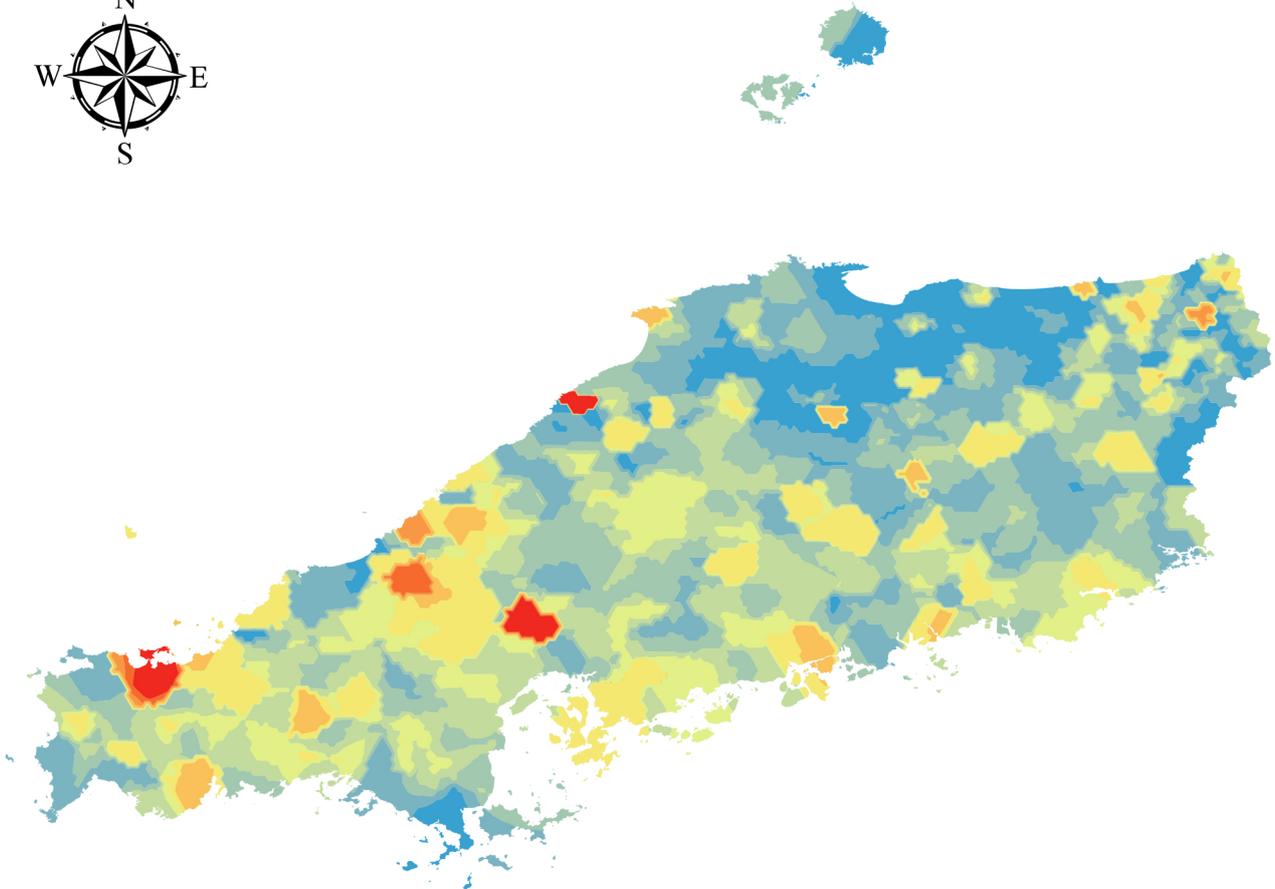
Sb\_bulk [mg/kg]

Count	690
Min	n.d.
Max	24.049
Mean	1.698
Std.Dev.	1.525
Skewness	5.283
Kurtosis	67.960
Median	1.585

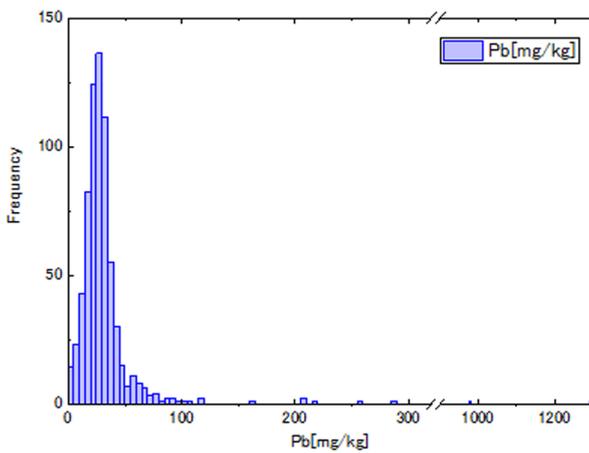
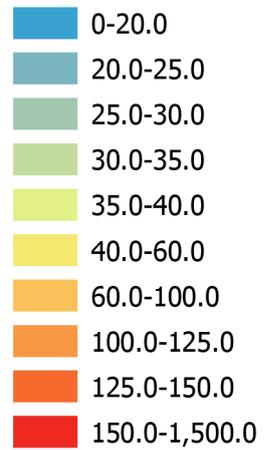
Sb\_bulk [mg/kg]



# Pb\_bulk

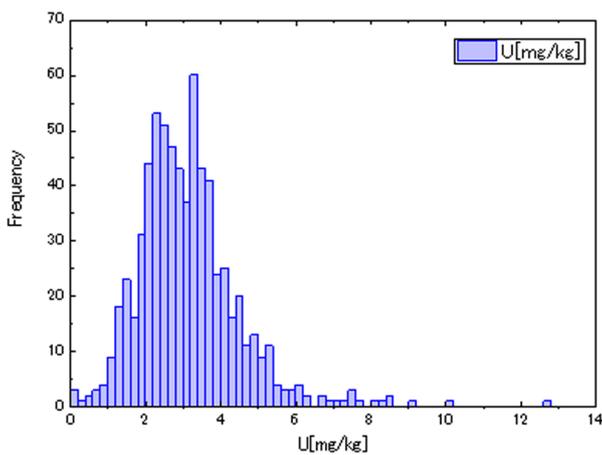
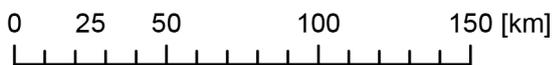
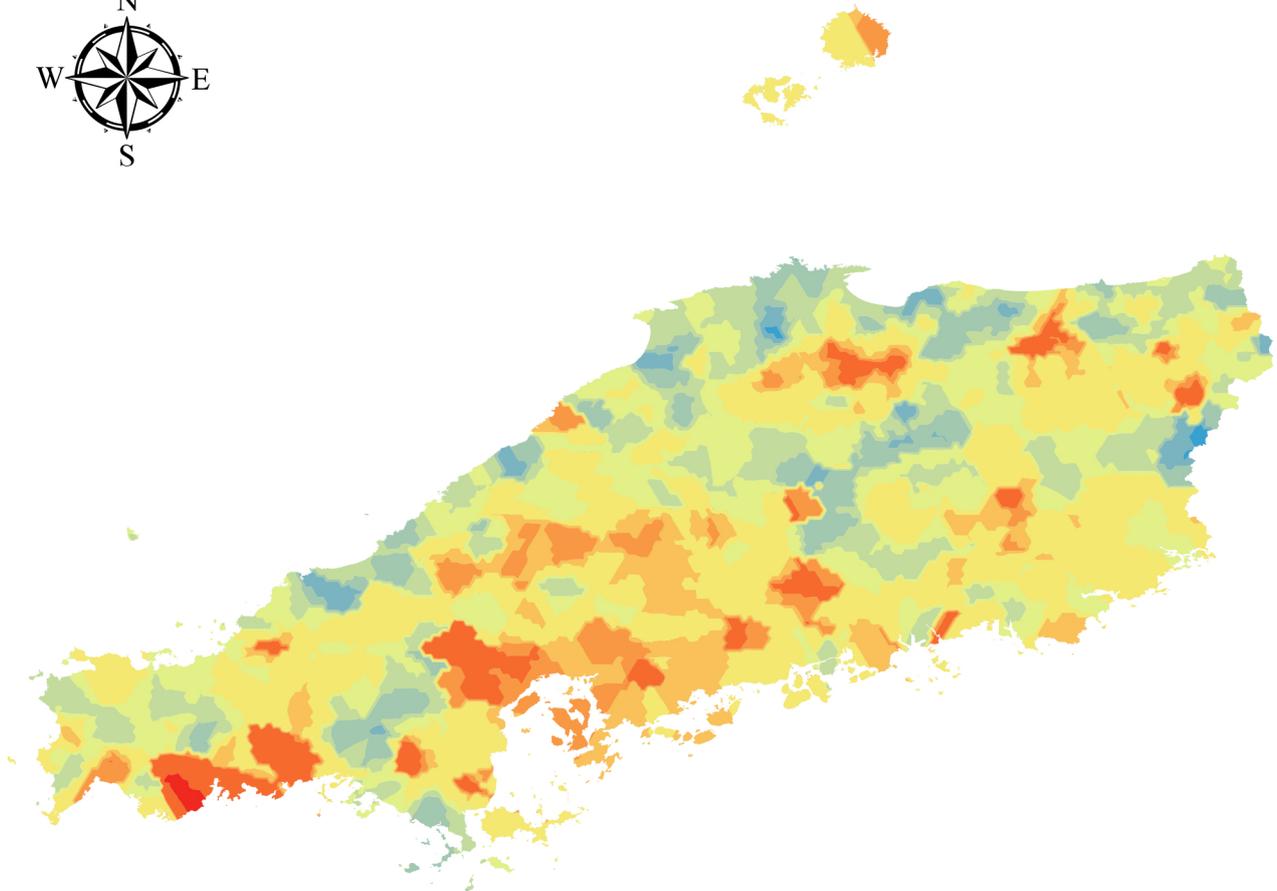


Pb\_bulk [mg/kg]



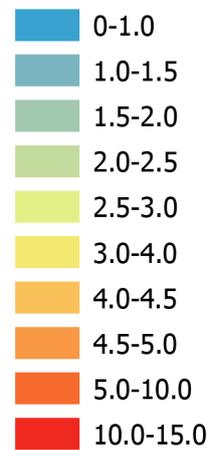
Pb_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	1293.861
Mean	33.787
Std.Dev.	64.583
Skewness	15.588
Kurtosis	276.250
Median	26.585

# U\_bulk

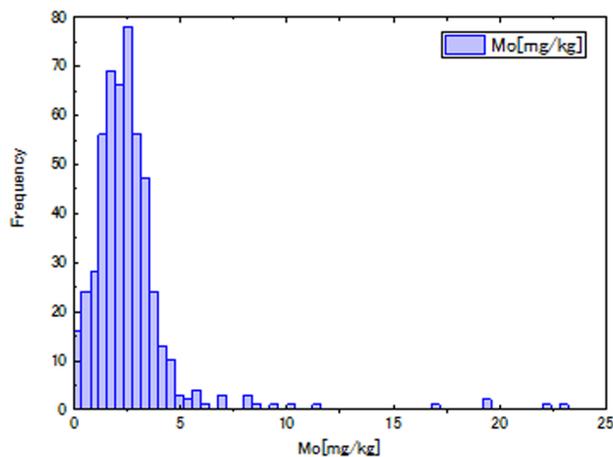
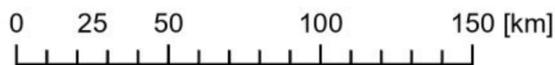
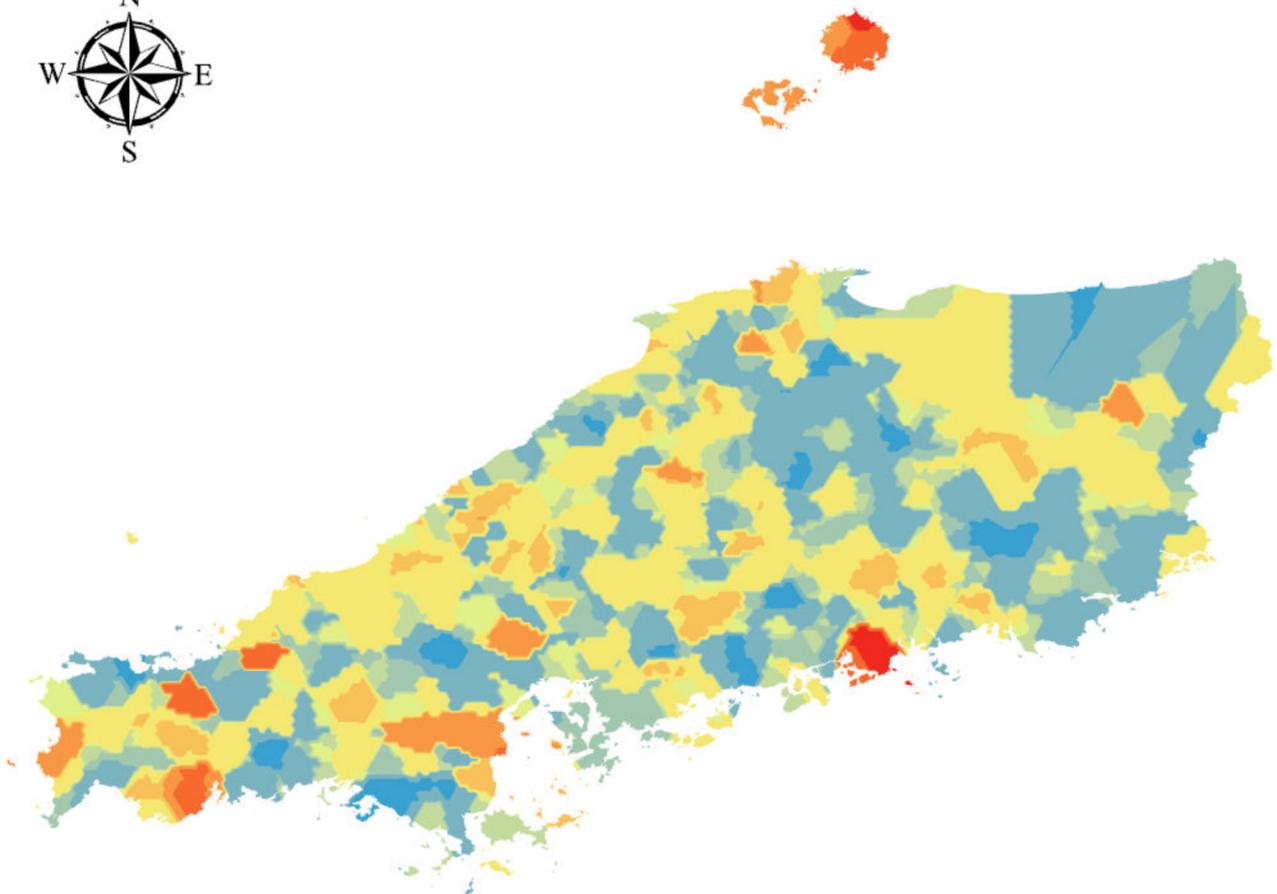


U_bulk [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	12.765
Mean	3.143
Std.Dev.	1.355
Skewness	1.522
Kurtosis	5.901
Median	2.992

U\_bulk [mg/kg]

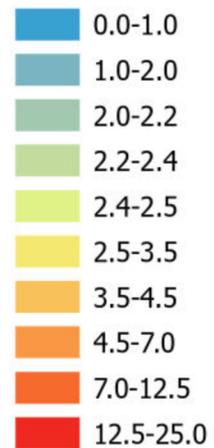


# Mo\_bulk



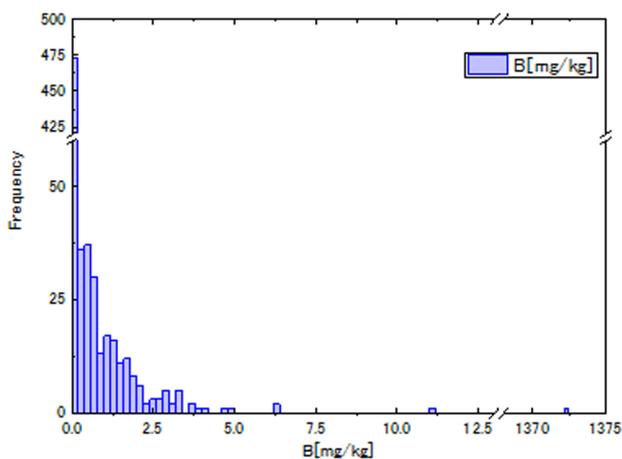
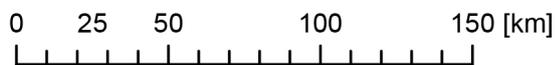
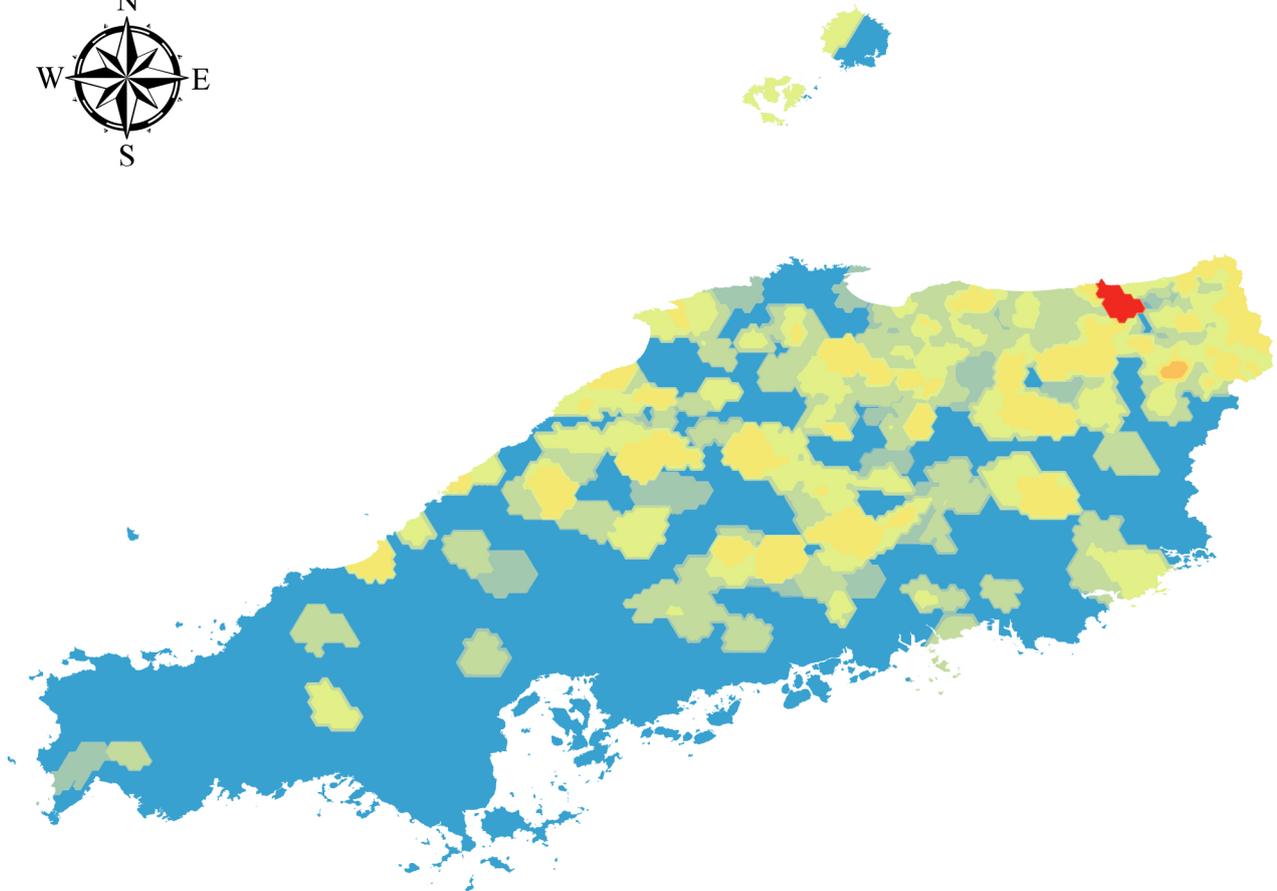
Mo_bulk [mg/kg]	
Count	512
Min	n.d.
Max	22.845
Mean	2.659
Std.Dev.	2.236
Skewness	5.236
Kurtosis	38.323
Median	2.385

Mo\_bulk [mg/kg]



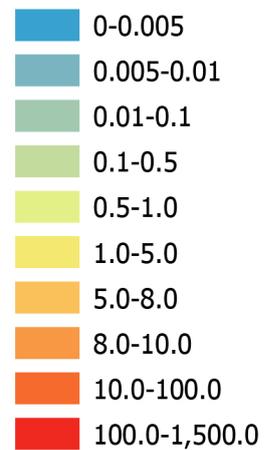
## 塩酸溶出量

# B\_HCl

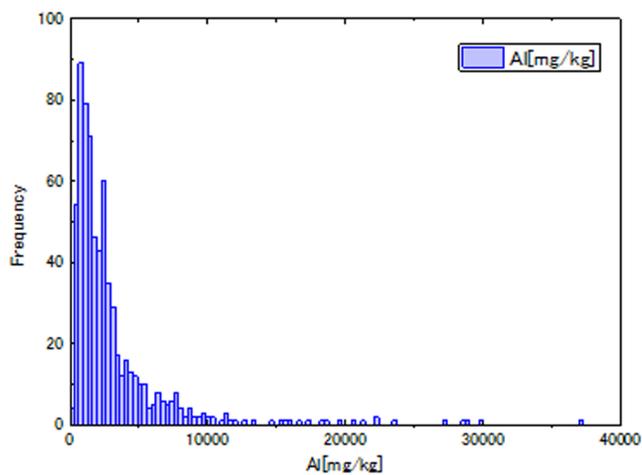
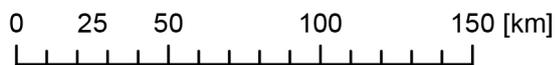
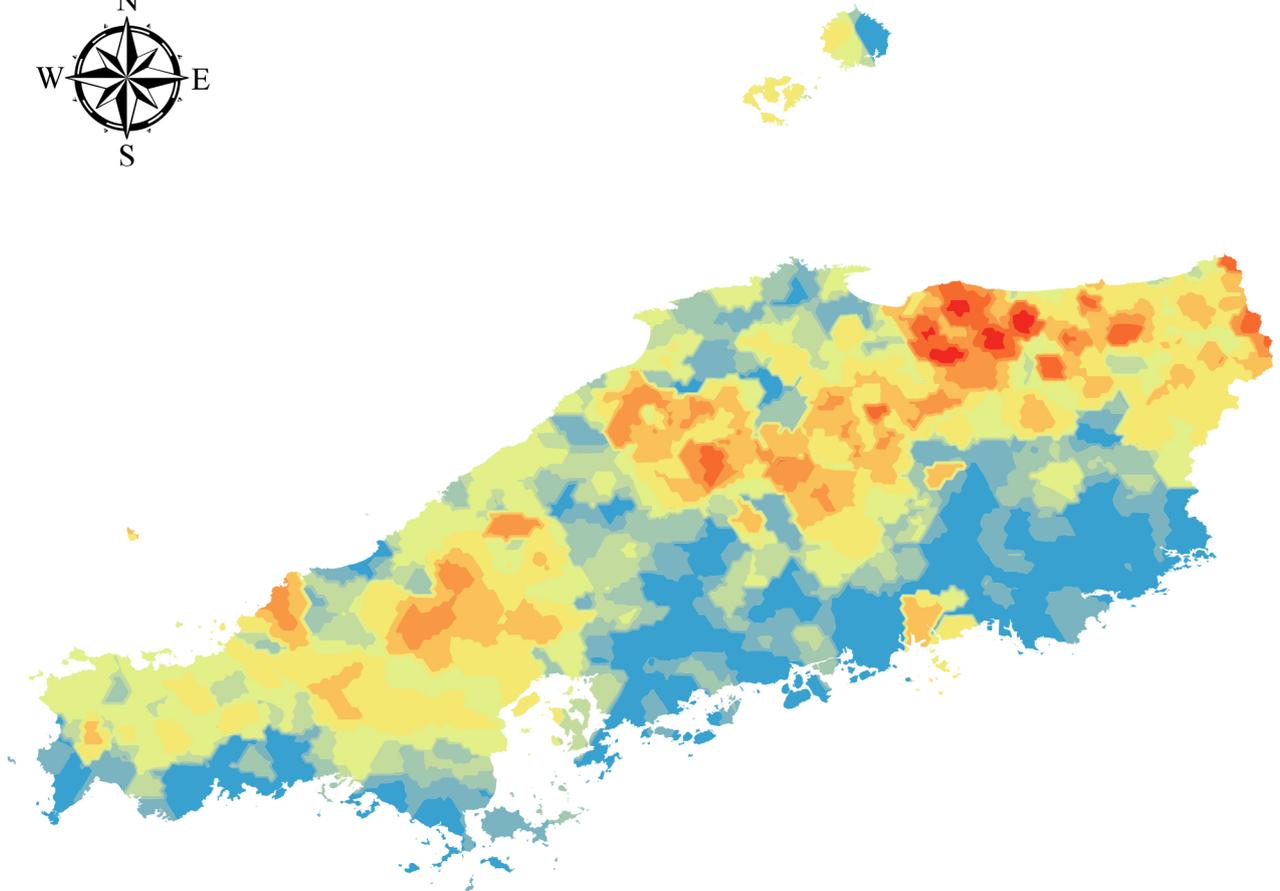


B_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	1372.339
Mean	4.350
Std.Dev.	73.319
Skewness	18.531
Kurtosis	342.447
Median	n.d.

## B\_HCl [mg/kg]

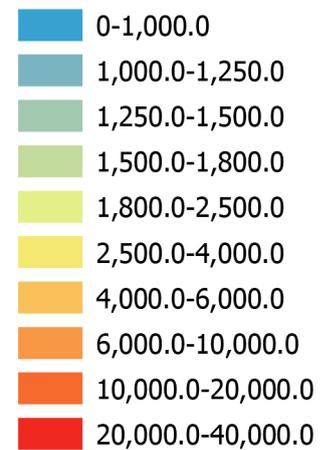


# Al\_HCl

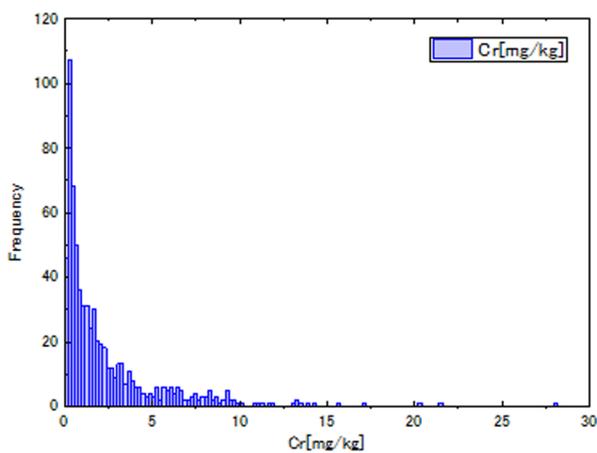
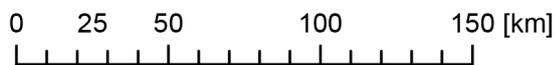
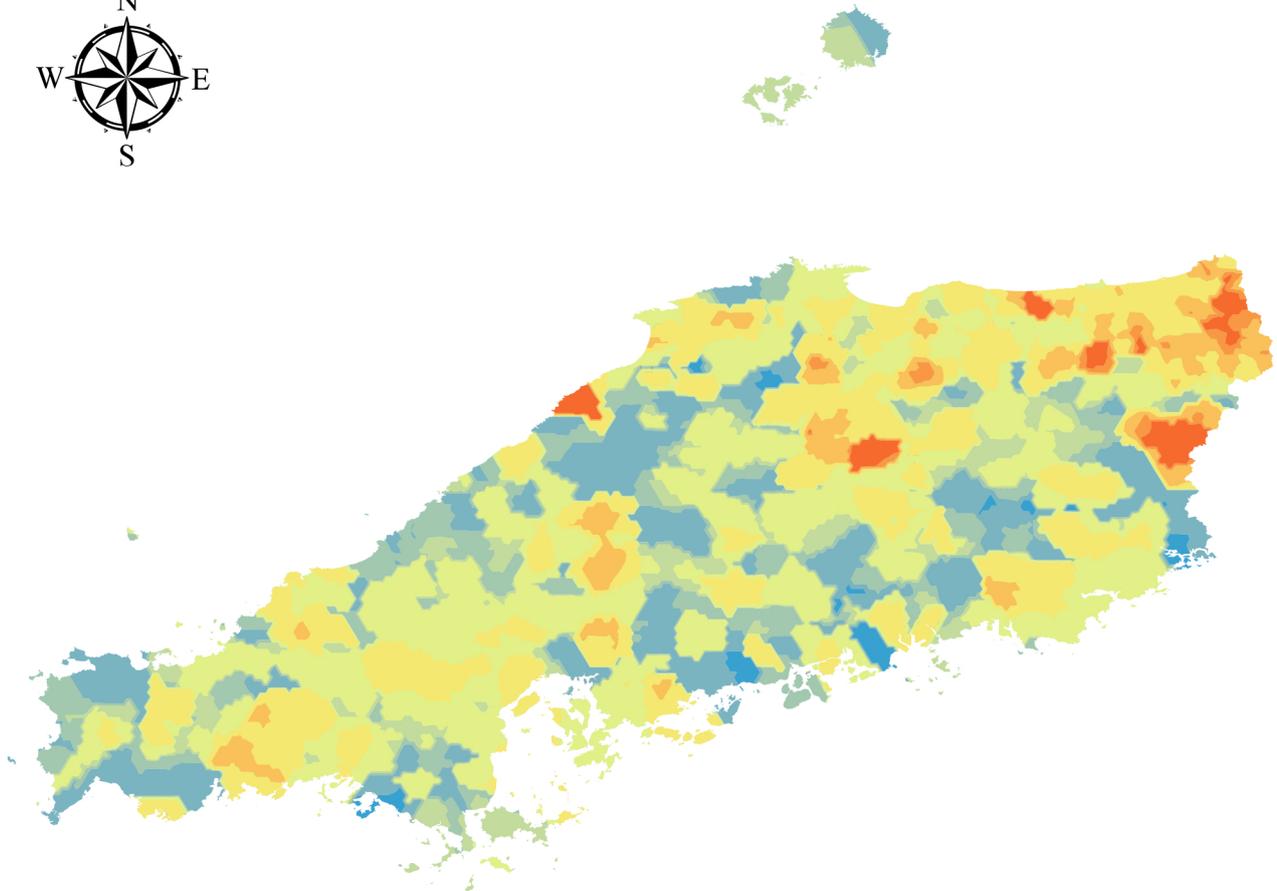


Al_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	186.028
Max	37149.707
Mean	3177.787
Std.Dev.	3986.972
Skewness	3.958
Kurtosis	20.708
Median	1988.488

Al\_HCl [mg/kg]

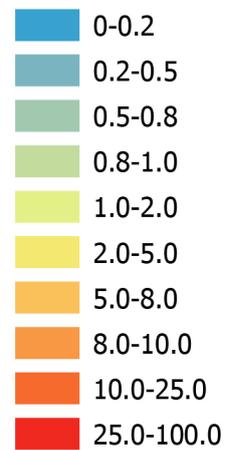


# Cr\_HCl

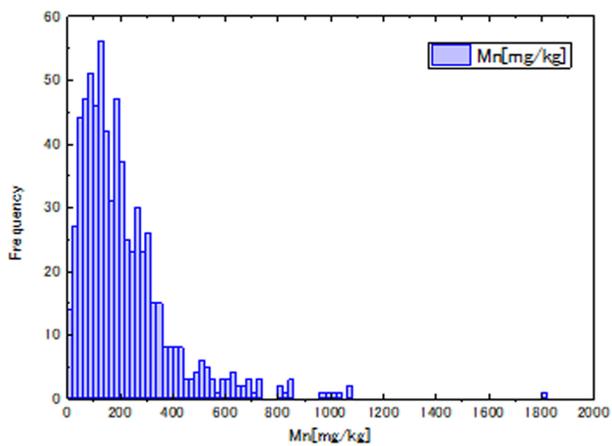
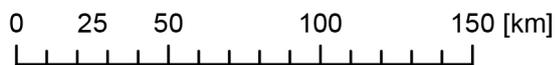
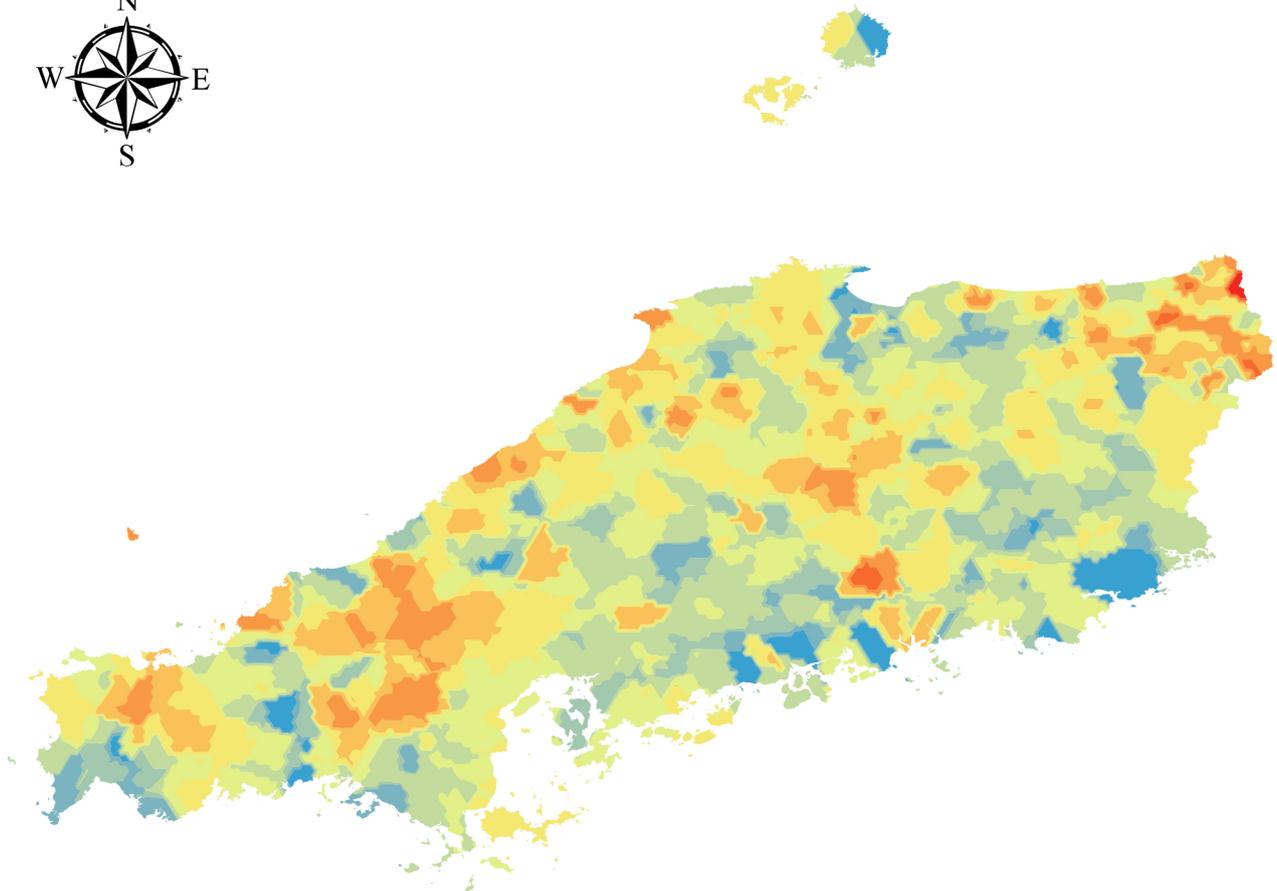


Cr_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	0.023
Max	28.006
Mean	2.391
Std.Dev.	3.066
Skewness	2.869
Kurtosis	12.686
Median	1.262

Cr\_HCl [mg/kg]

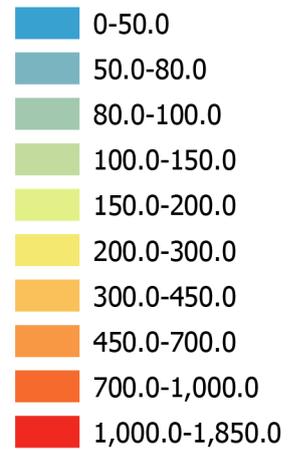


# Mn\_HCl

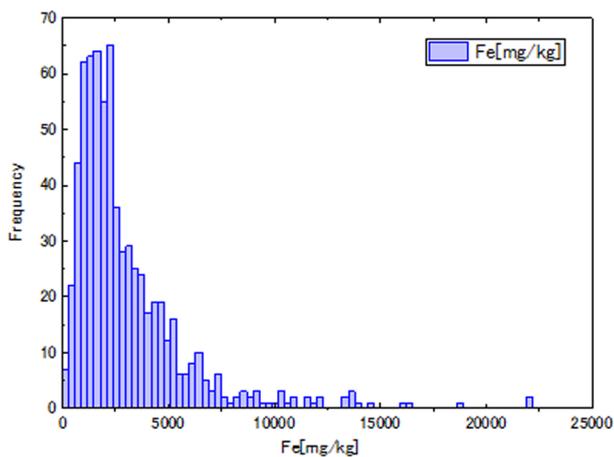
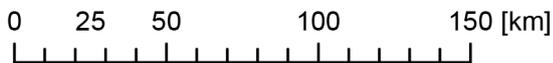
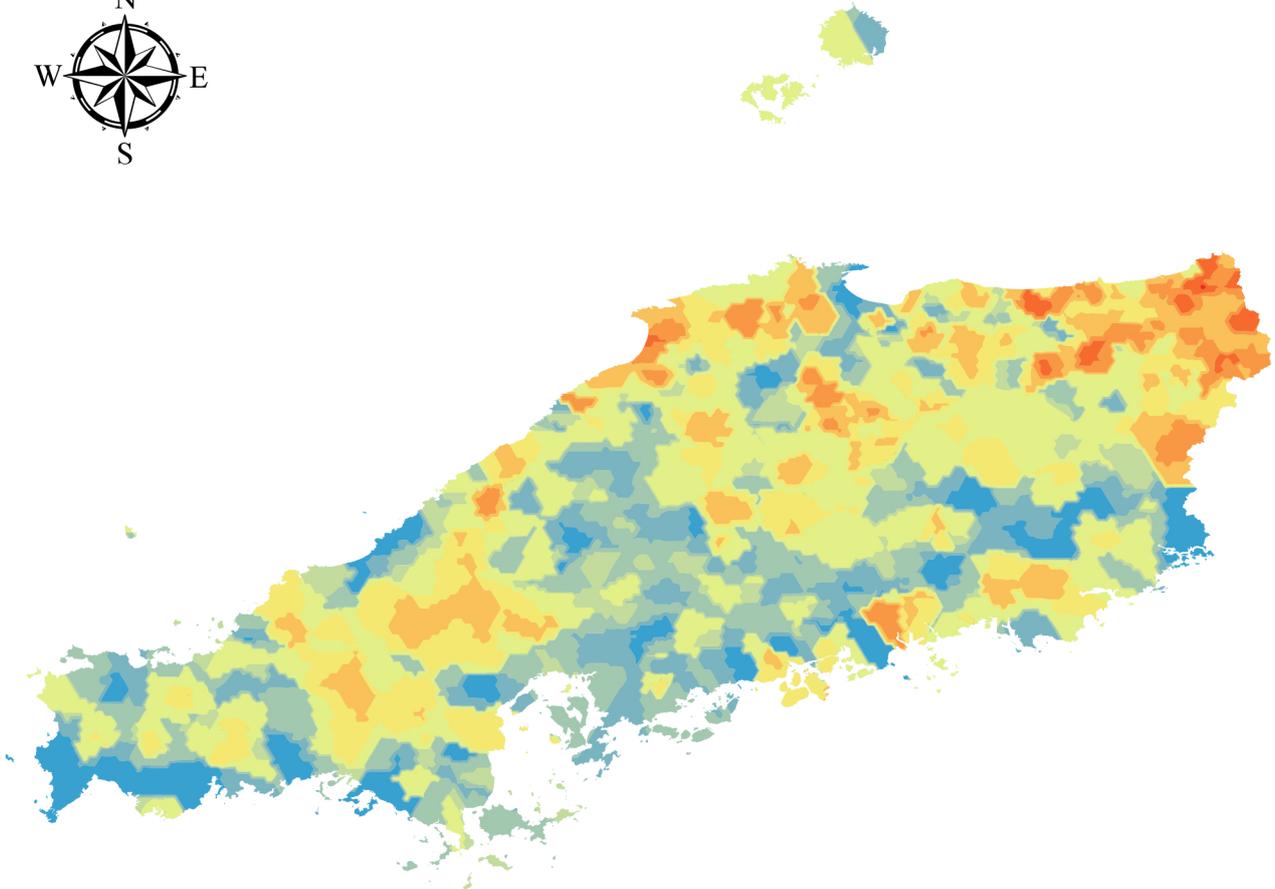


Mn_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	1.382
Max	1815.191
Mean	214.374
Std.Dev.	181.437
Skewness	2.597
Kurtosis	12.192
Median	168.896

Mn\_HCl [mg/kg]

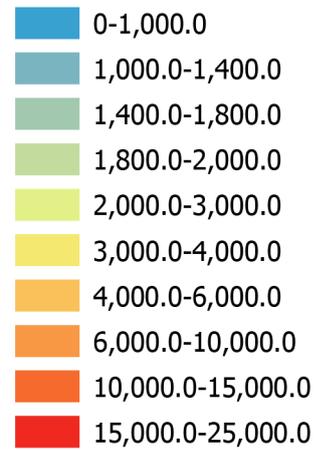


# Fe\_HCl

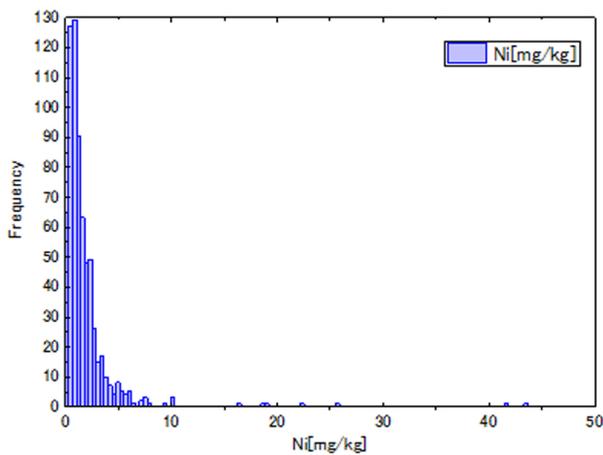
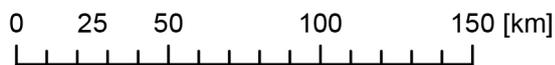
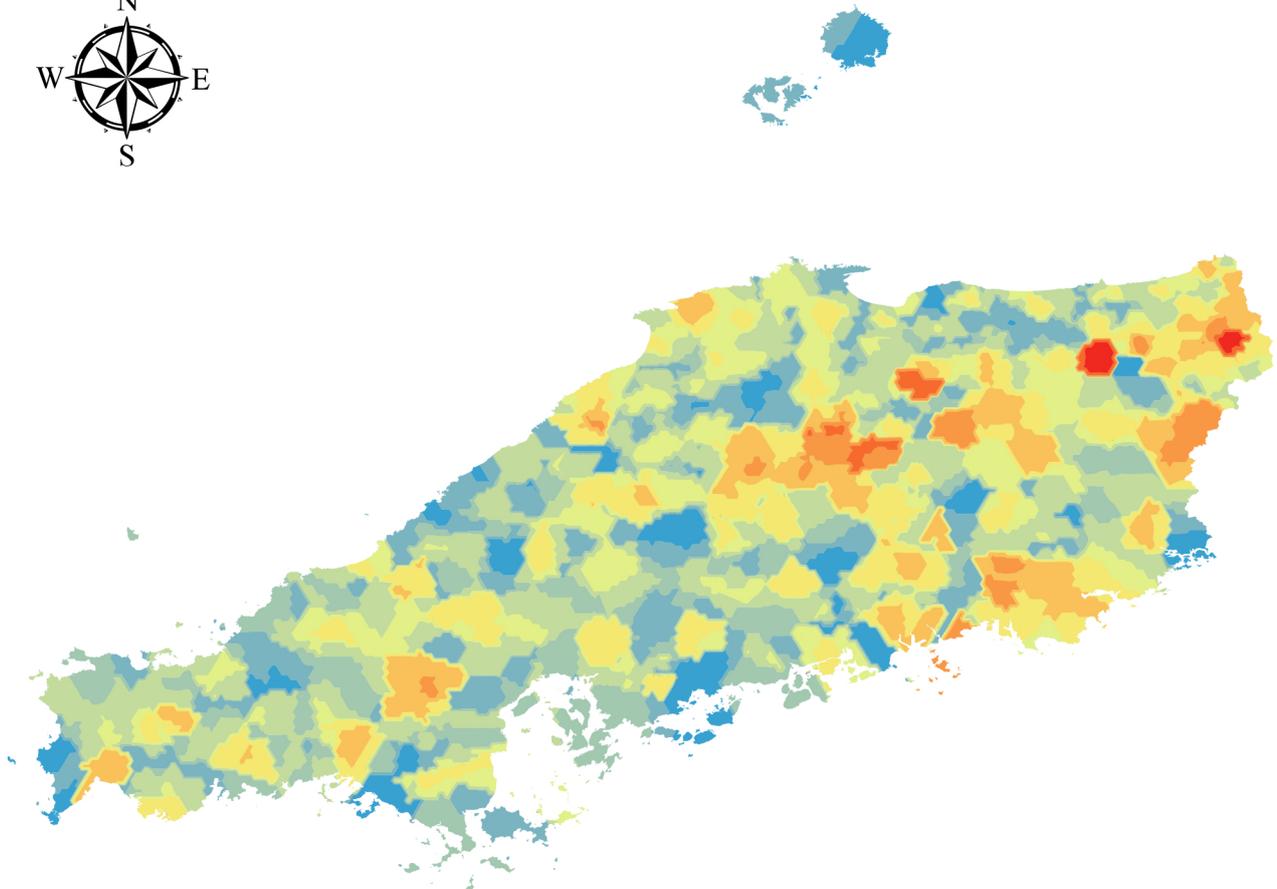


Fe_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	141.816
Max	22144.753
Mean	3059.738
Std.Dev.	2753.513
Skewness	2.759
Kurtosis	10.983
Median	2217.779

Fe\_HCl [mg/kg]

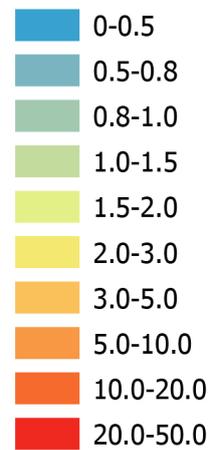


# Ni\_HCl

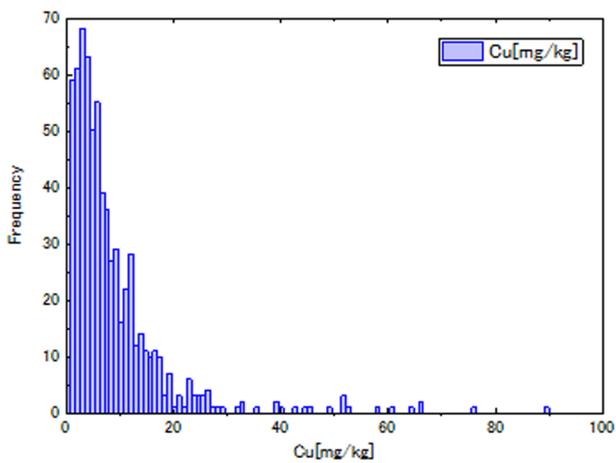
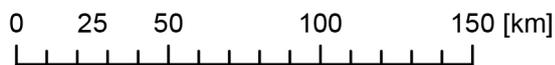
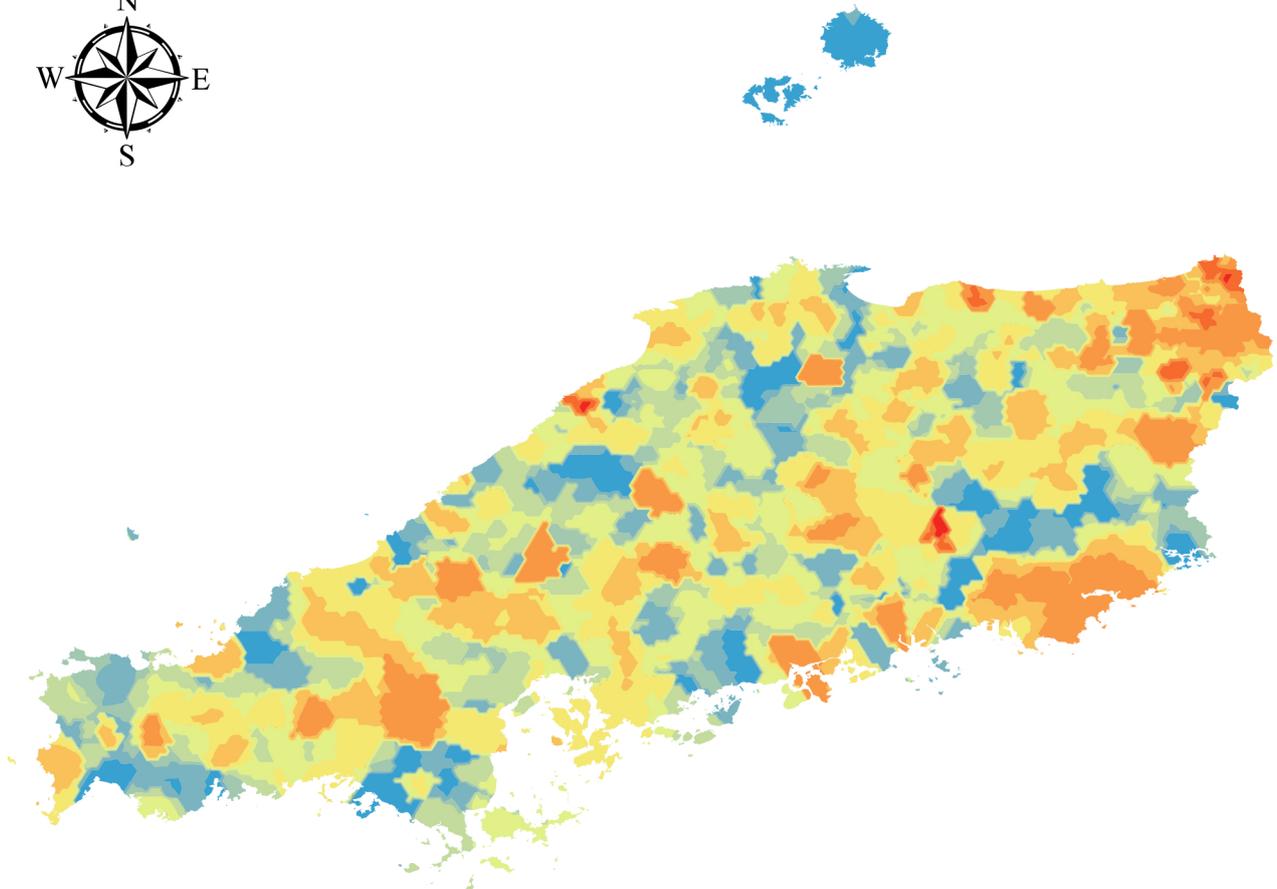


Ni_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	0.020
Max	43.377
Mean	1.889
Std.Dev.	3.097
Skewness	8.476
Kurtosis	95.477
Median	1.212

Ni\_HCl [mg/kg]

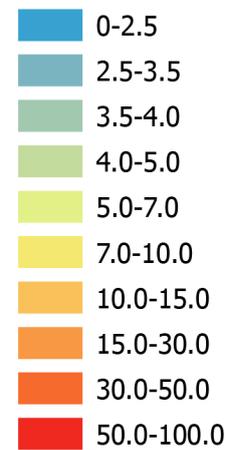


# Cu\_HCl

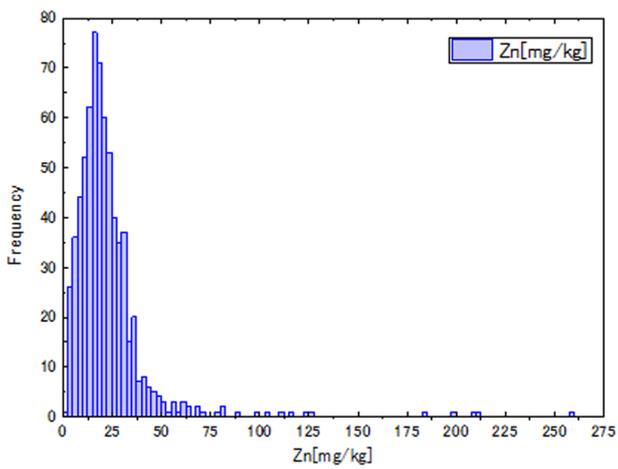
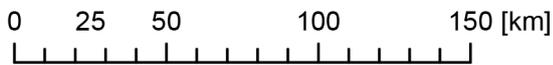
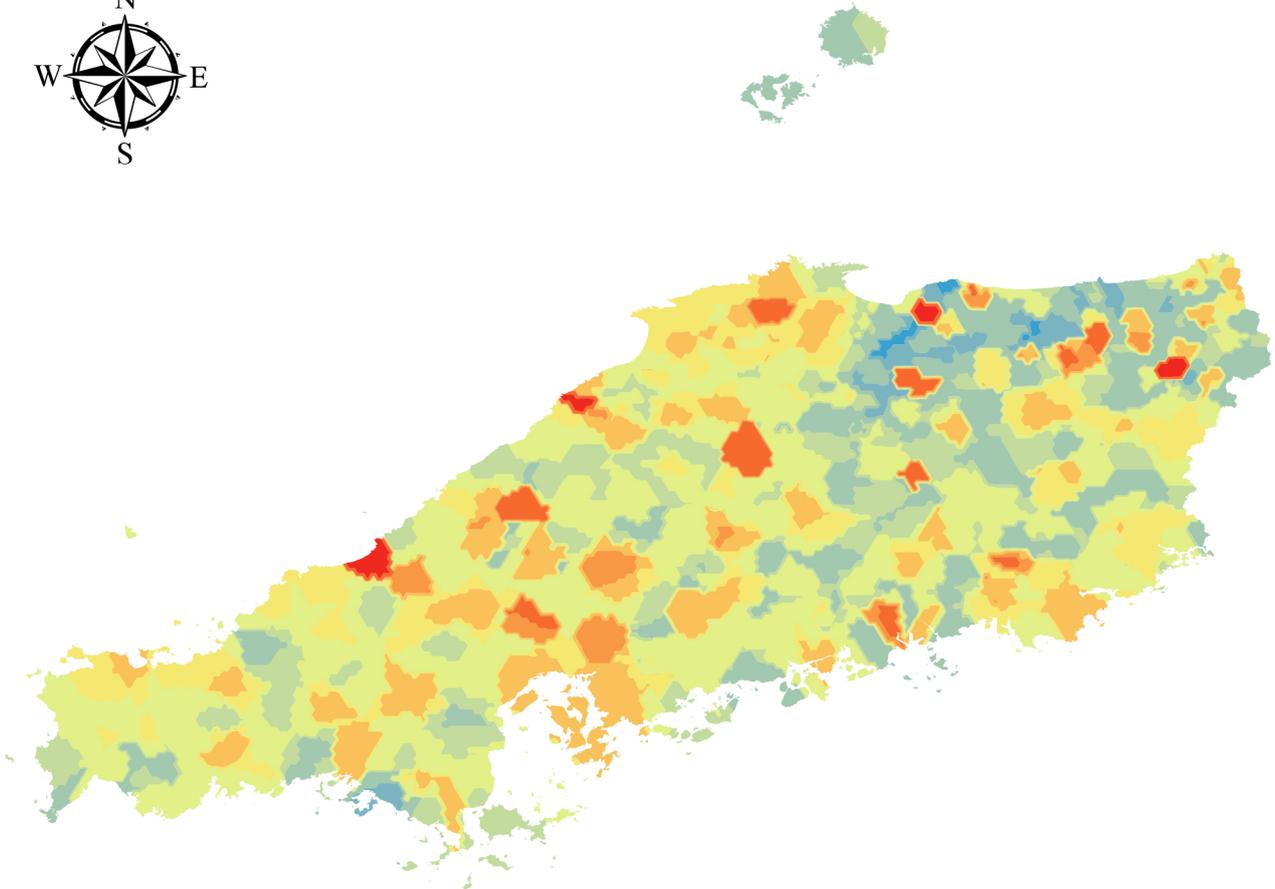


Cu_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	0.271
Max	89.367
Mean	8.768
Std.Dev.	9.826
Skewness	3.649
Kurtosis	18.248
Median	5.851

Cu\_HCl [mg/kg]

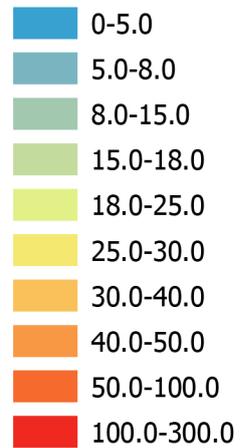


# Zn\_HCl

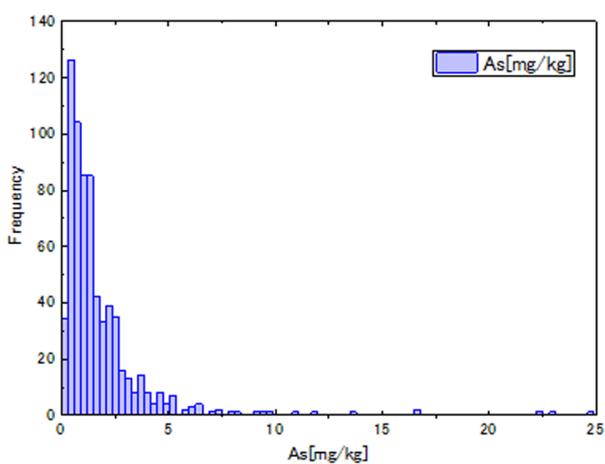
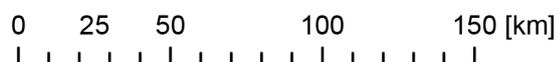
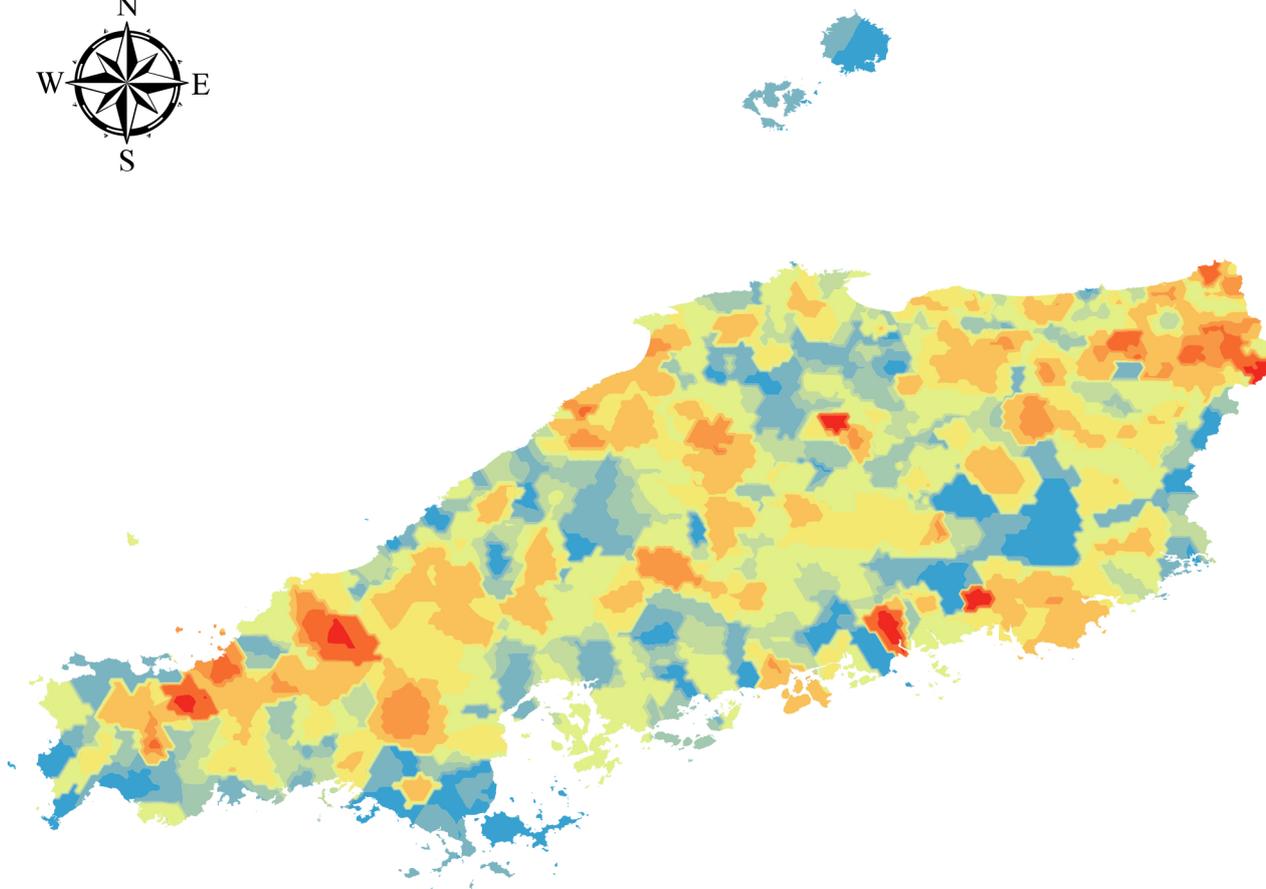


Zn_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	1.330
Max	259.864
Mean	23.164
Std.Dev.	22.099
Skewness	5.626
Kurtosis	44.304
Median	19.020

## Zn\_HCl [mg/kg]

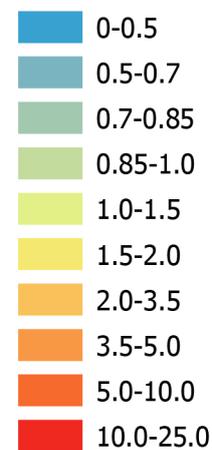


# As\_HCl

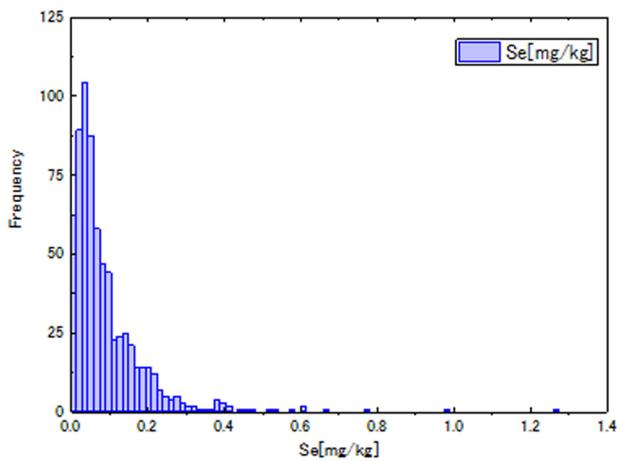
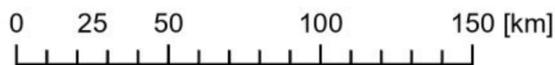
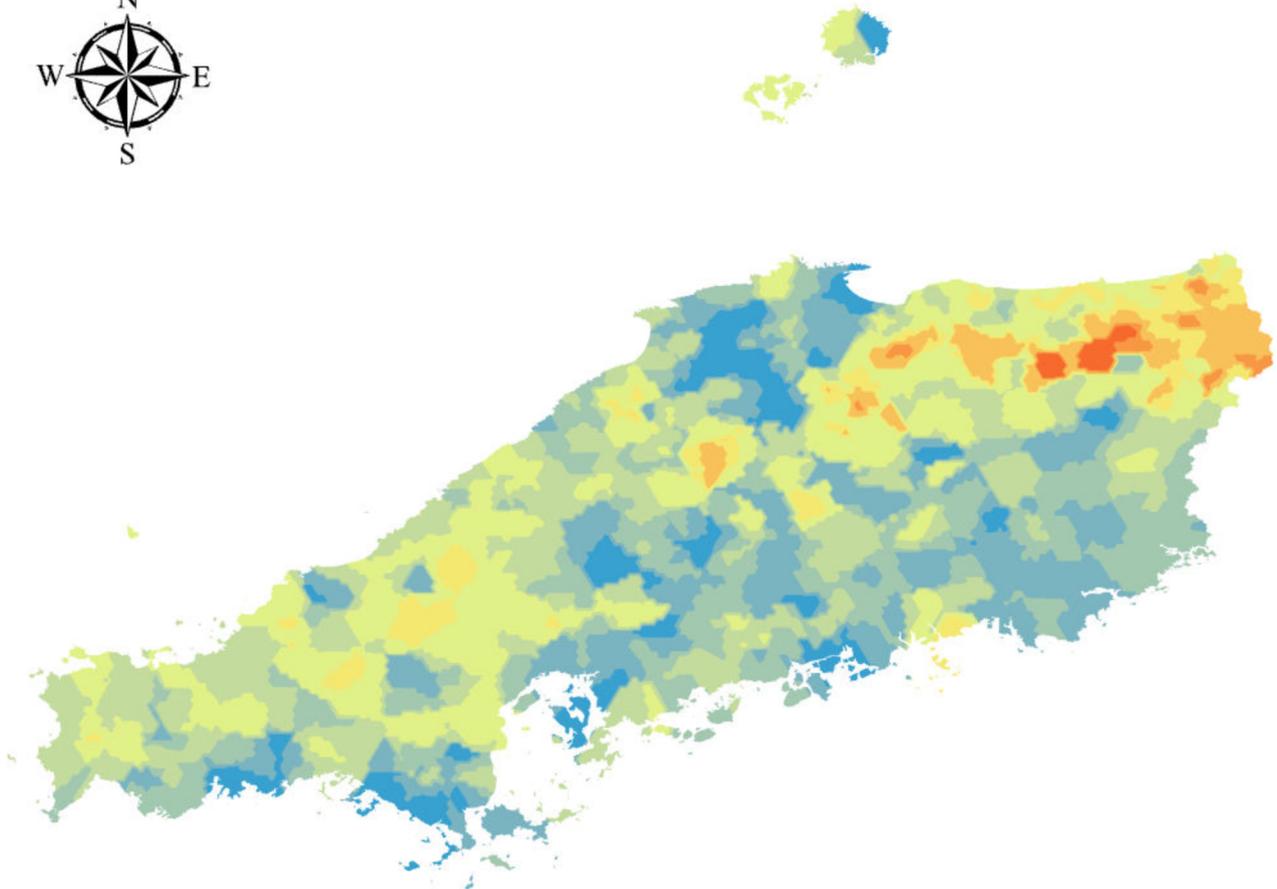


As_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	0.104
Max	24.888
Mean	1.777
Std.Dev.	2.280
Skewness	5.422
Kurtosis	41.627
Median	1.188

As\_HCl [mg/kg]

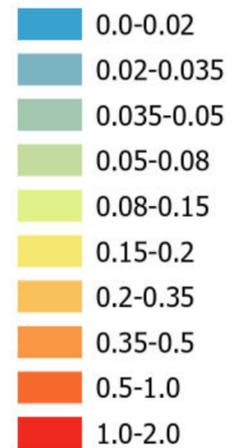


# Se\_HCl

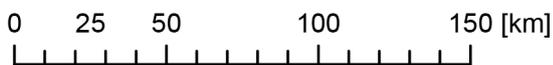
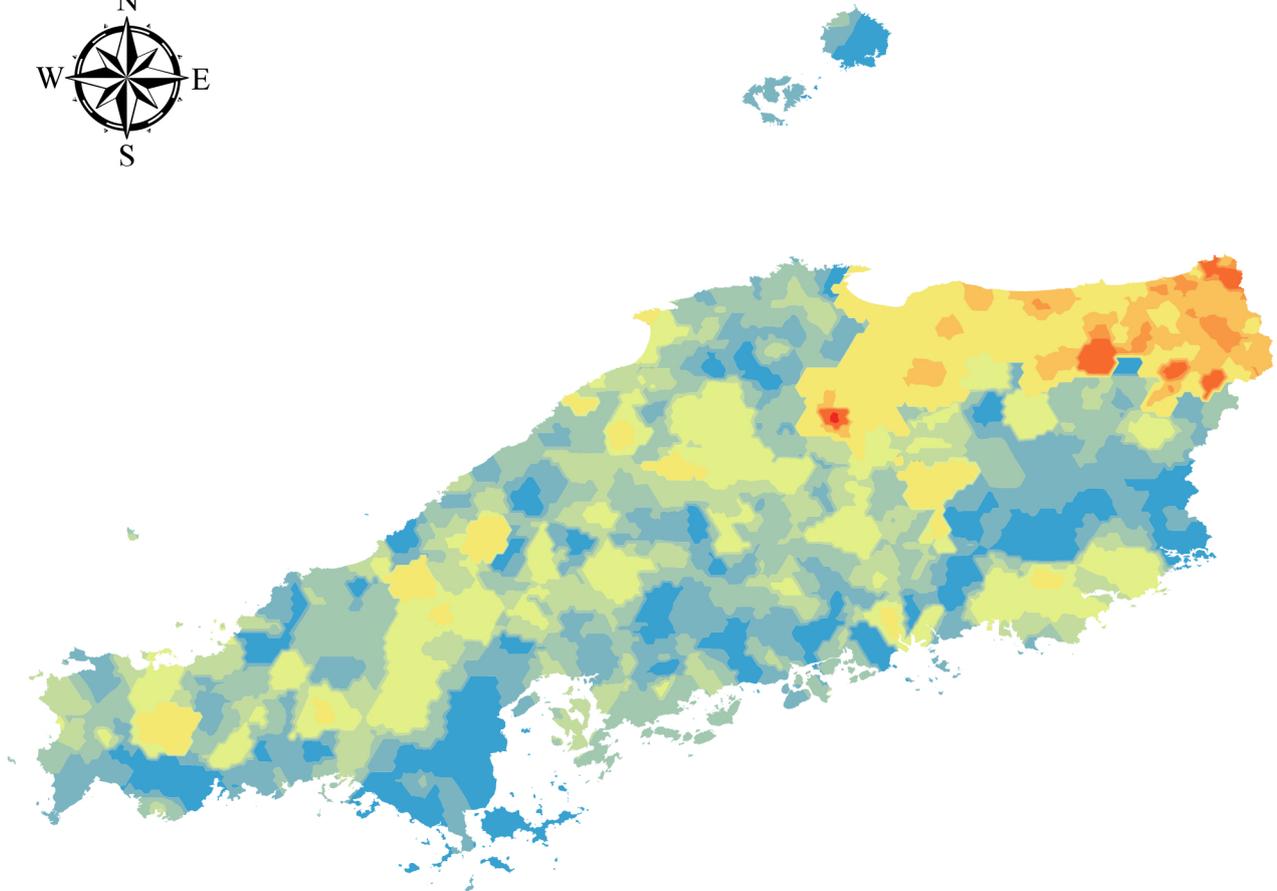


Se_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	1.267
Mean	0.095
Std.Dev.	0.111
Skewness	4.107
Kurtosis	28.122
Median	0.060

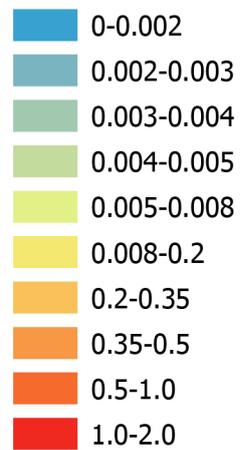
Se\_HCl [mg/kg]



# Cd\_HCl

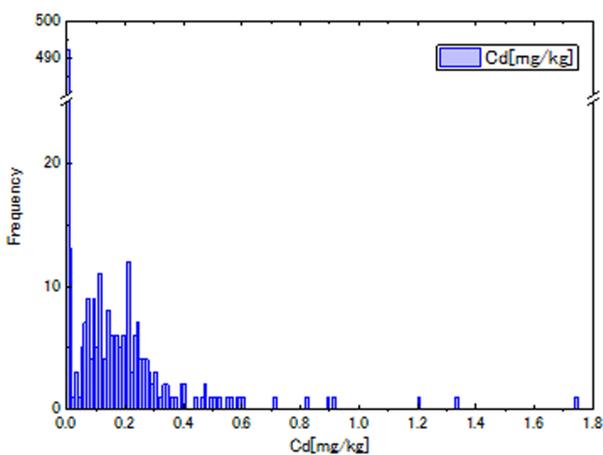


Cd\_HCl [mg/kg]

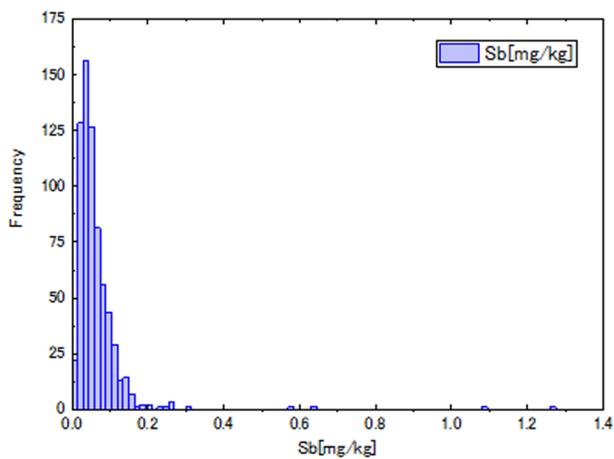
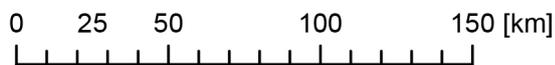
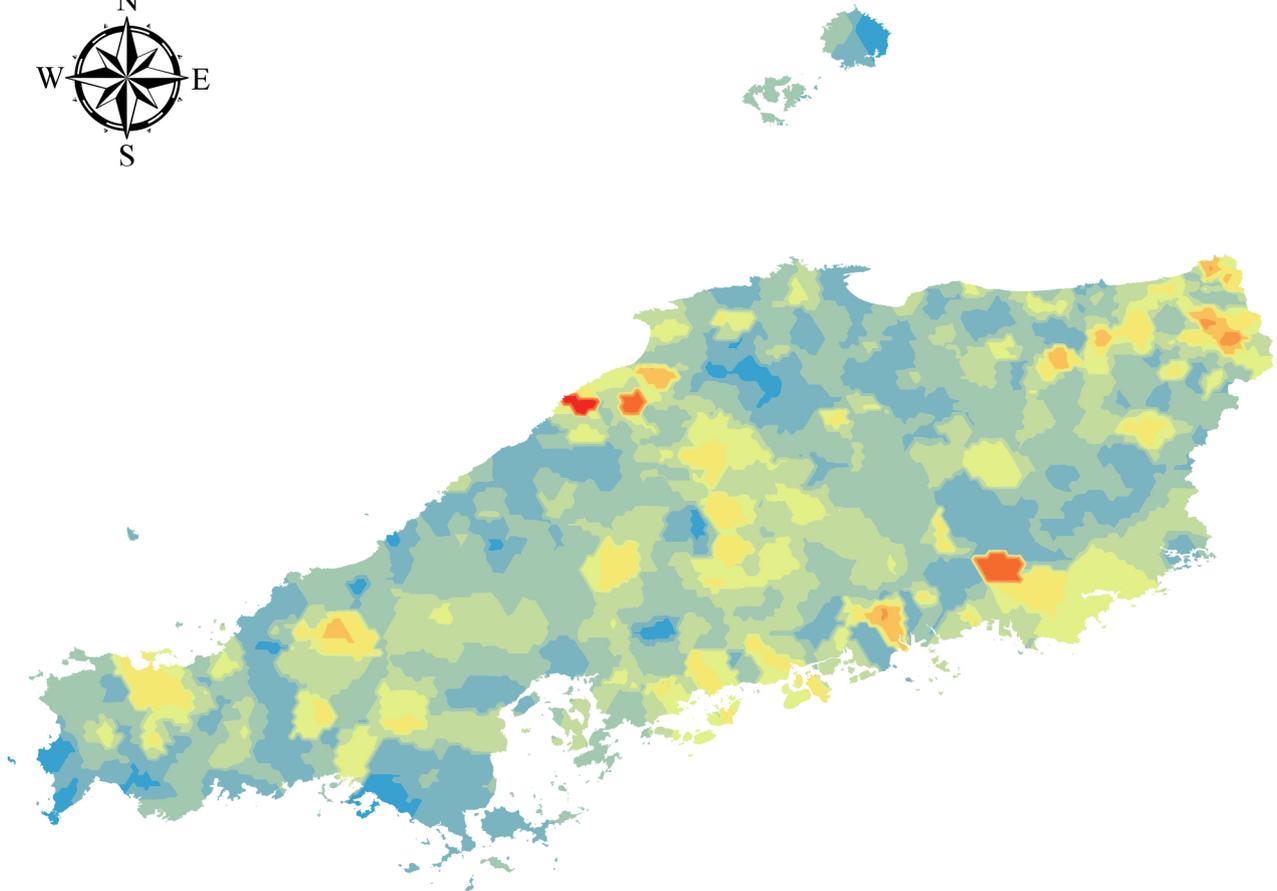


Cd\_HCl [mg/kg]

Count	690
Min	2.64E-04
Max	1.747
Mean	0.066
Std.Dev.	0.153
Skewness	4.894
Kurtosis	35.883
Median	0.004



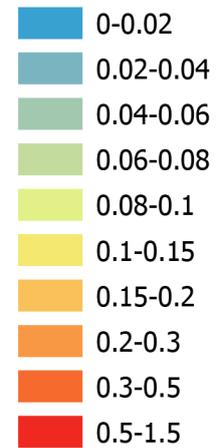
# Sb\_HCl



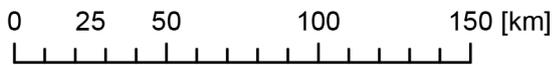
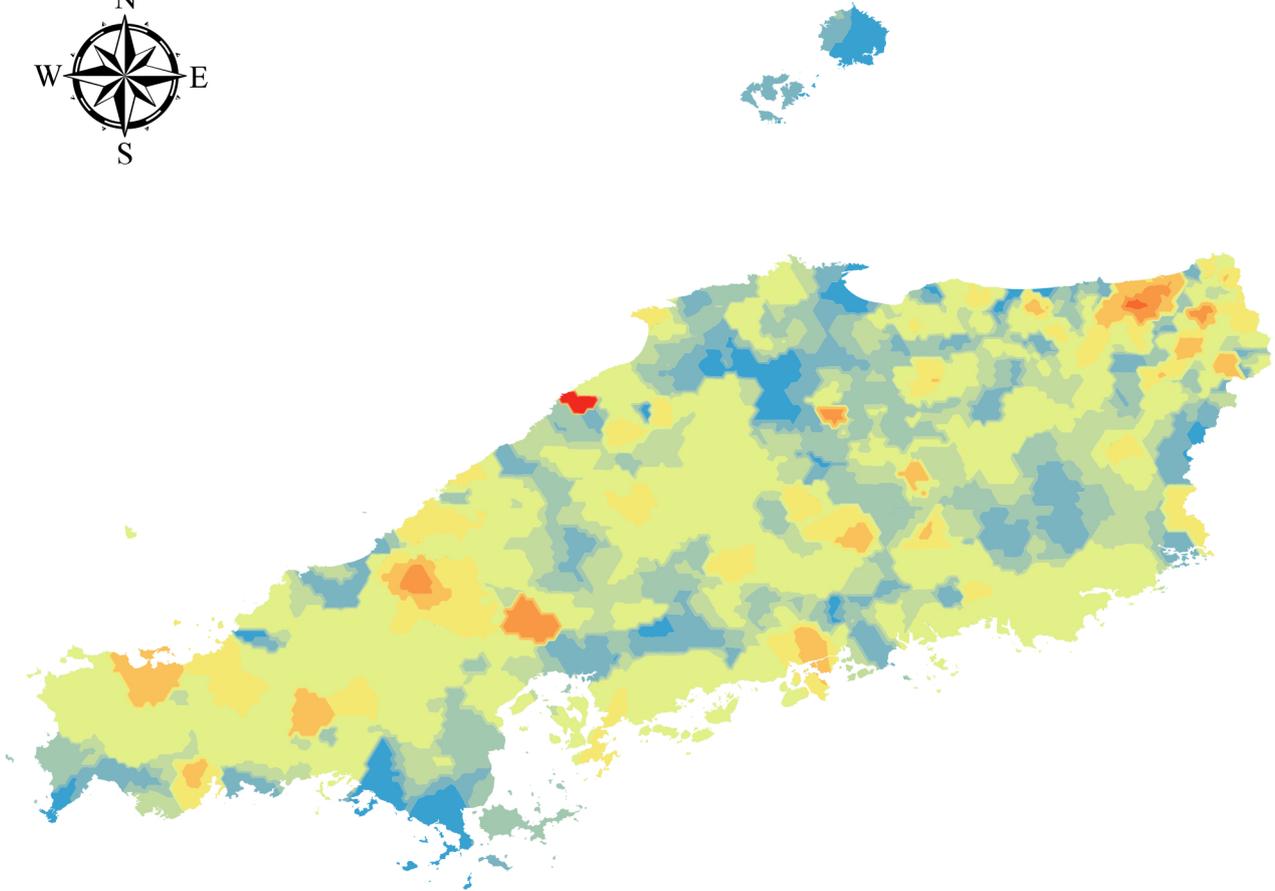
Sb\_HCl [mg/kg]

Count	690
Min	0.005
Max	1.268
Mean	0.064
Std.Dev.	0.078
Skewness	10.031
Kurtosis	134.380
Median	0.051

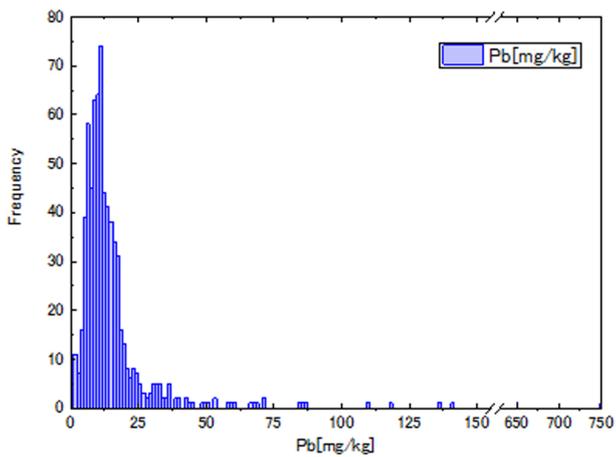
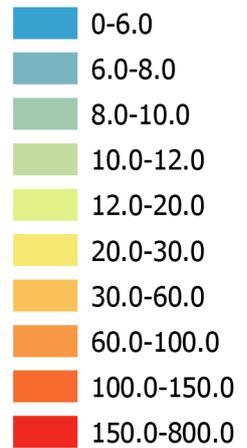
Sb\_HCl [mg/kg]



# Pb\_HCl



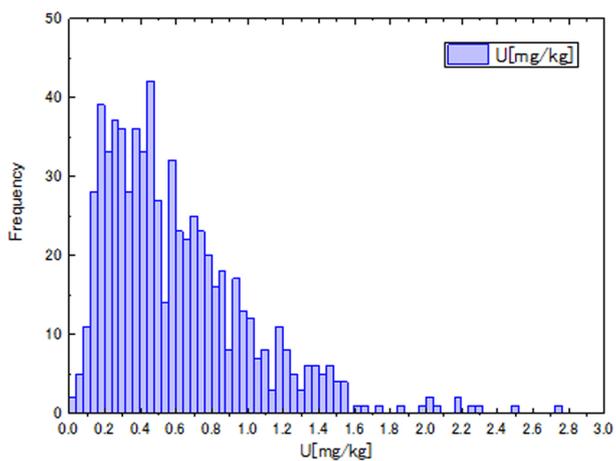
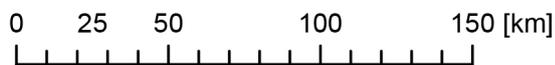
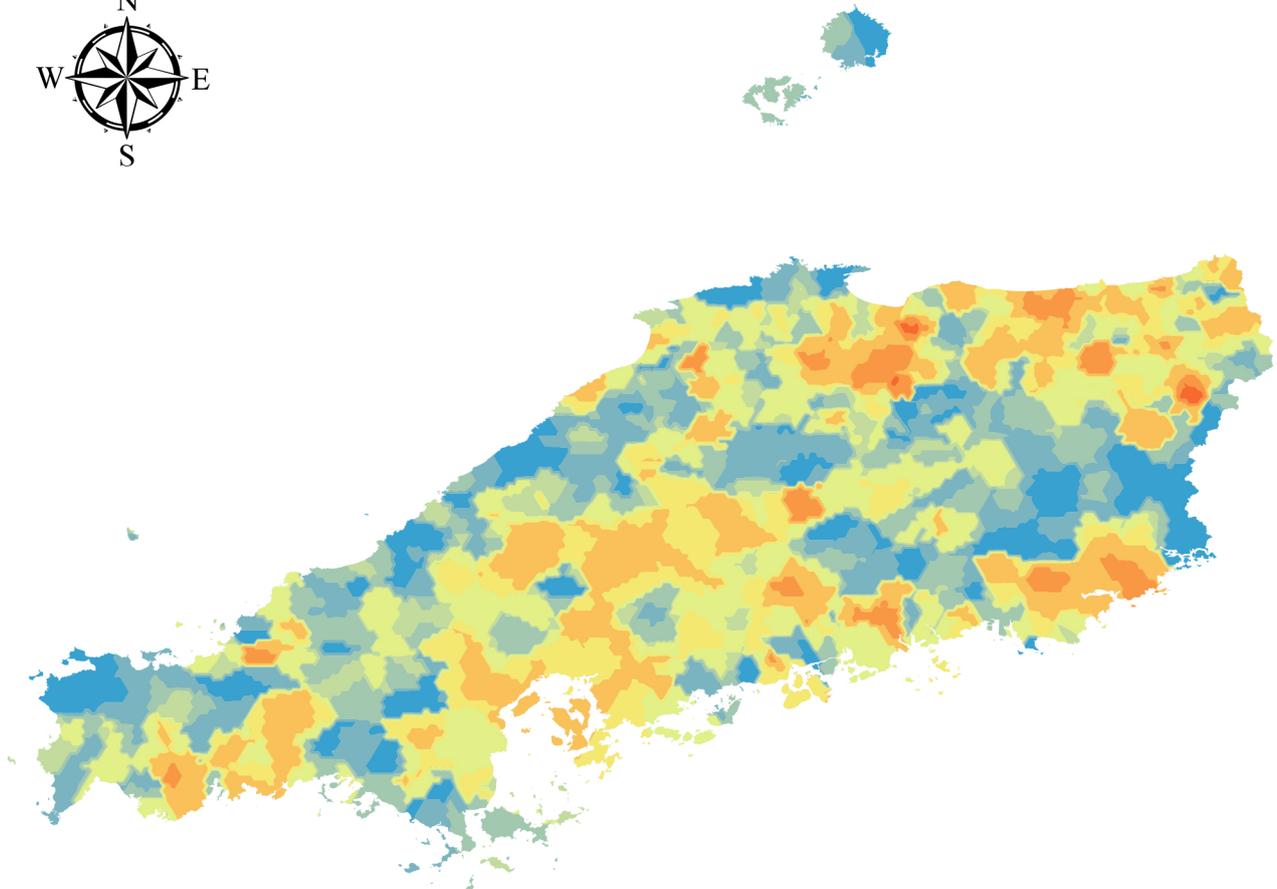
Pb\_HCl [mg/kg]



Pb\_HCl [mg/kg]

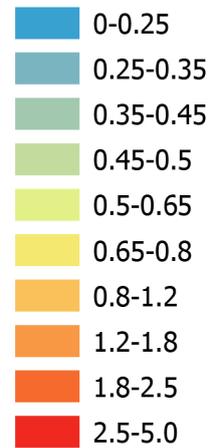
Count	690
Min	1.36E+00
Max	749.593
Mean	16.729
Std.Dev.	39.462
Skewness	15.562
Kurtosis	269.636
Median	11.634

# U\_HCl

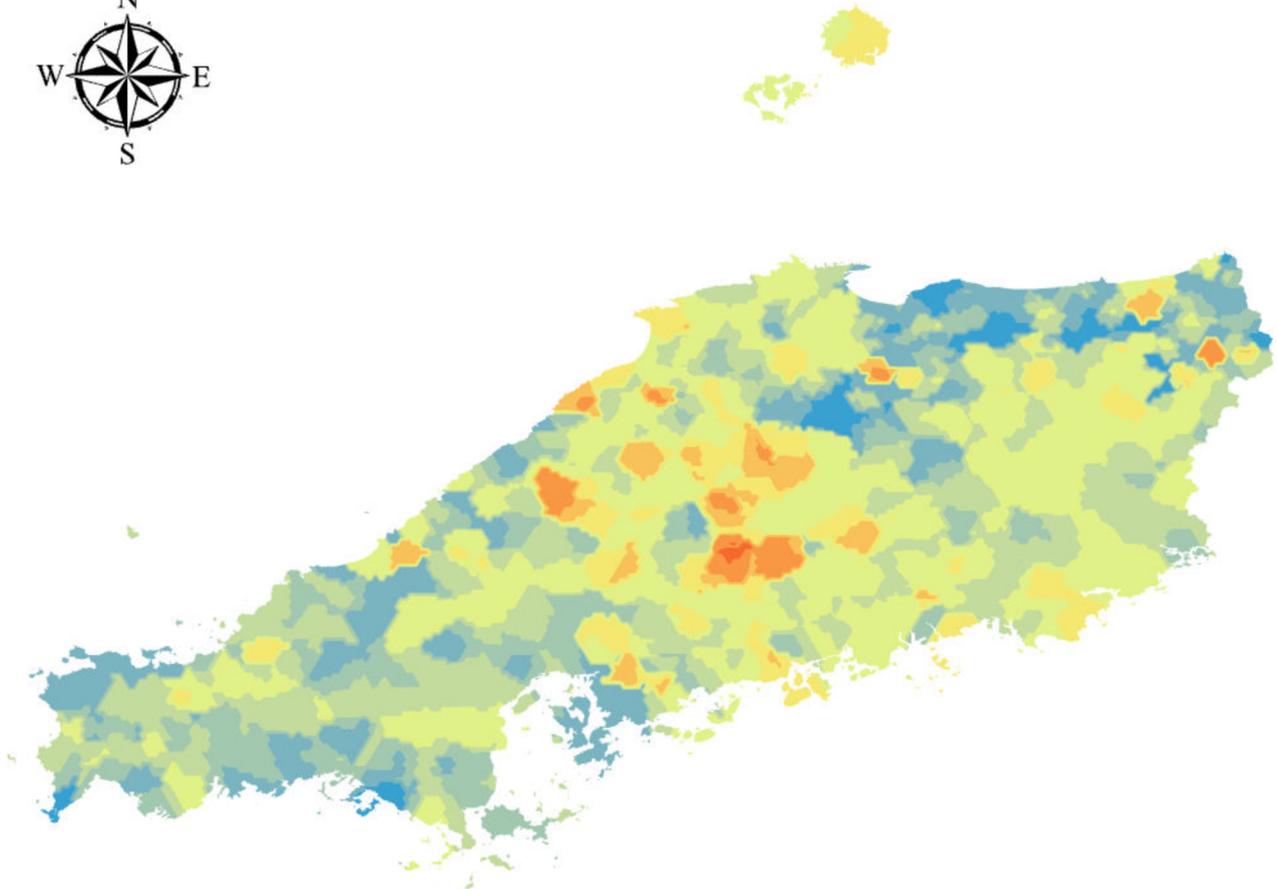


U_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	0.034
Max	2.758
Mean	0.606
Std.Dev.	0.407
Skewness	1.418
Kurtosis	2.912
Median	0.509

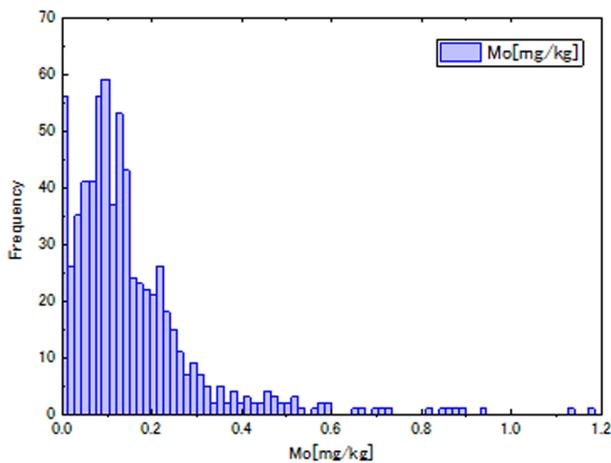
U\_HCl [mg/kg]



# Mo\_HCl

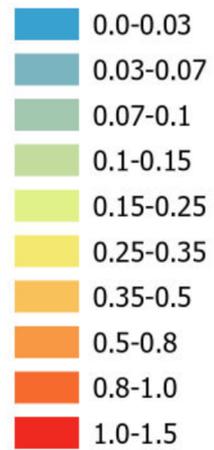


0 25 50 100 150 [km]



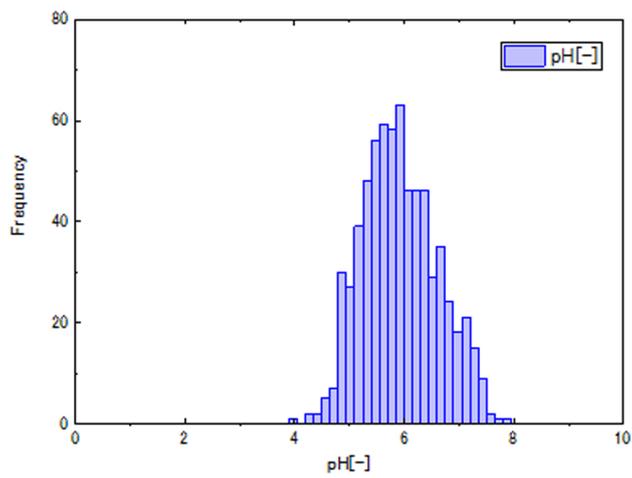
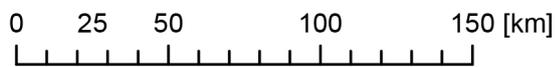
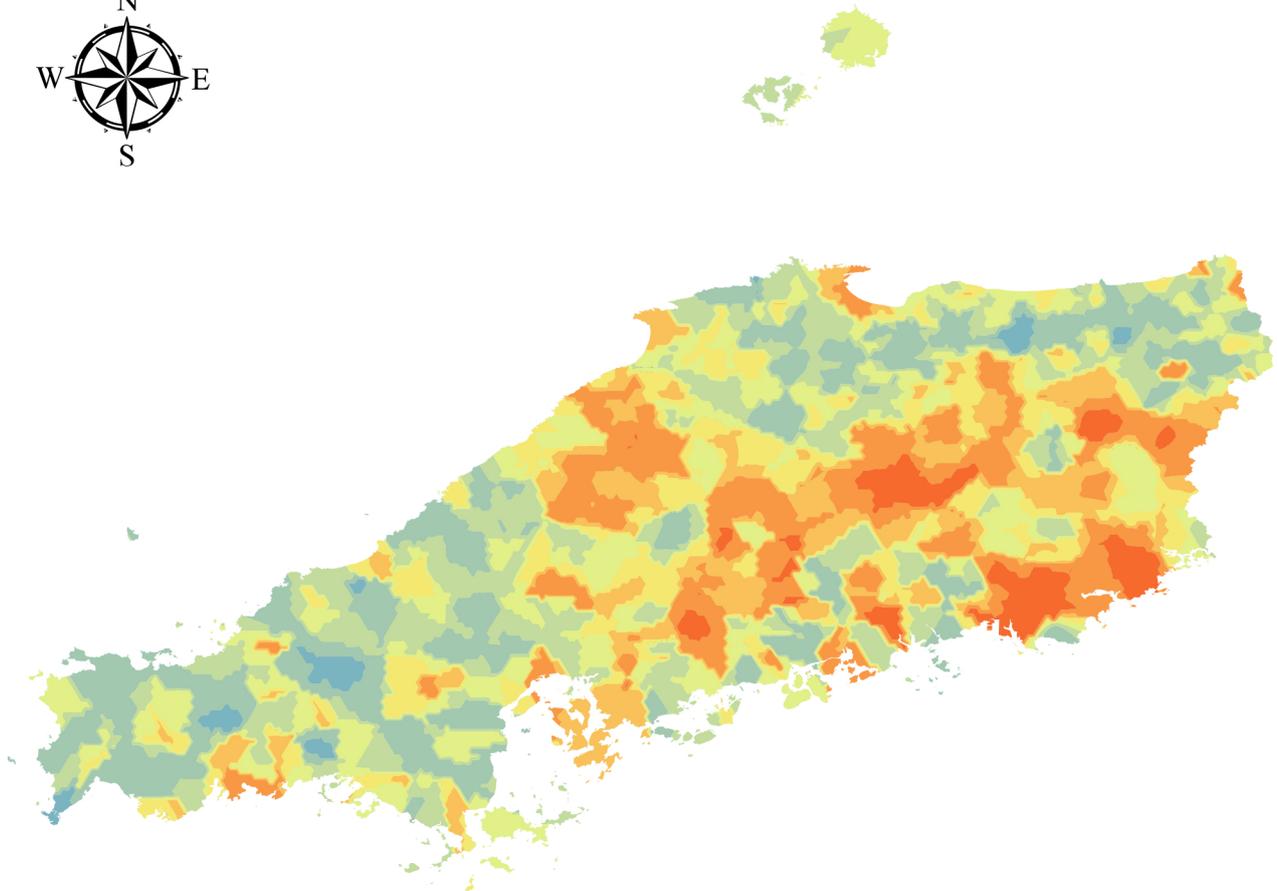
Mo_HCl [mg/kg]	
Count	690
Min	n.d.
Max	1.182
Mean	0.152
Std.Dev.	0.148
Skewness	2.757
Kurtosis	11.260
Median	0.119

Mo\_HCl [mg/kg]

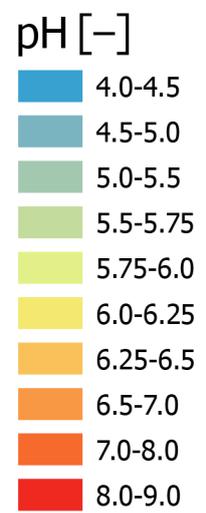


## 水溶出量

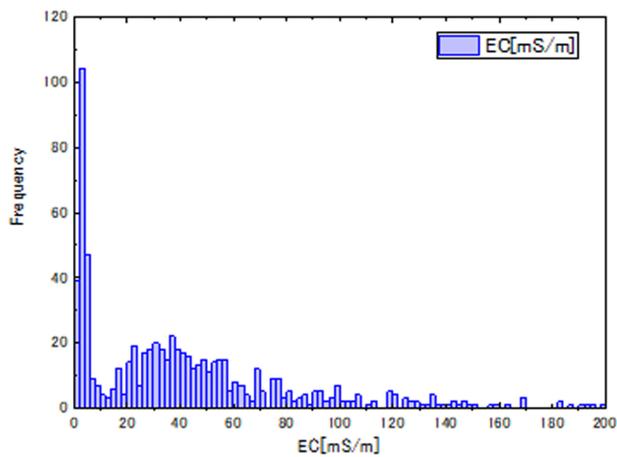
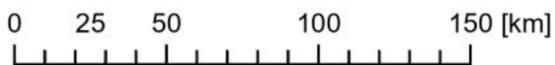
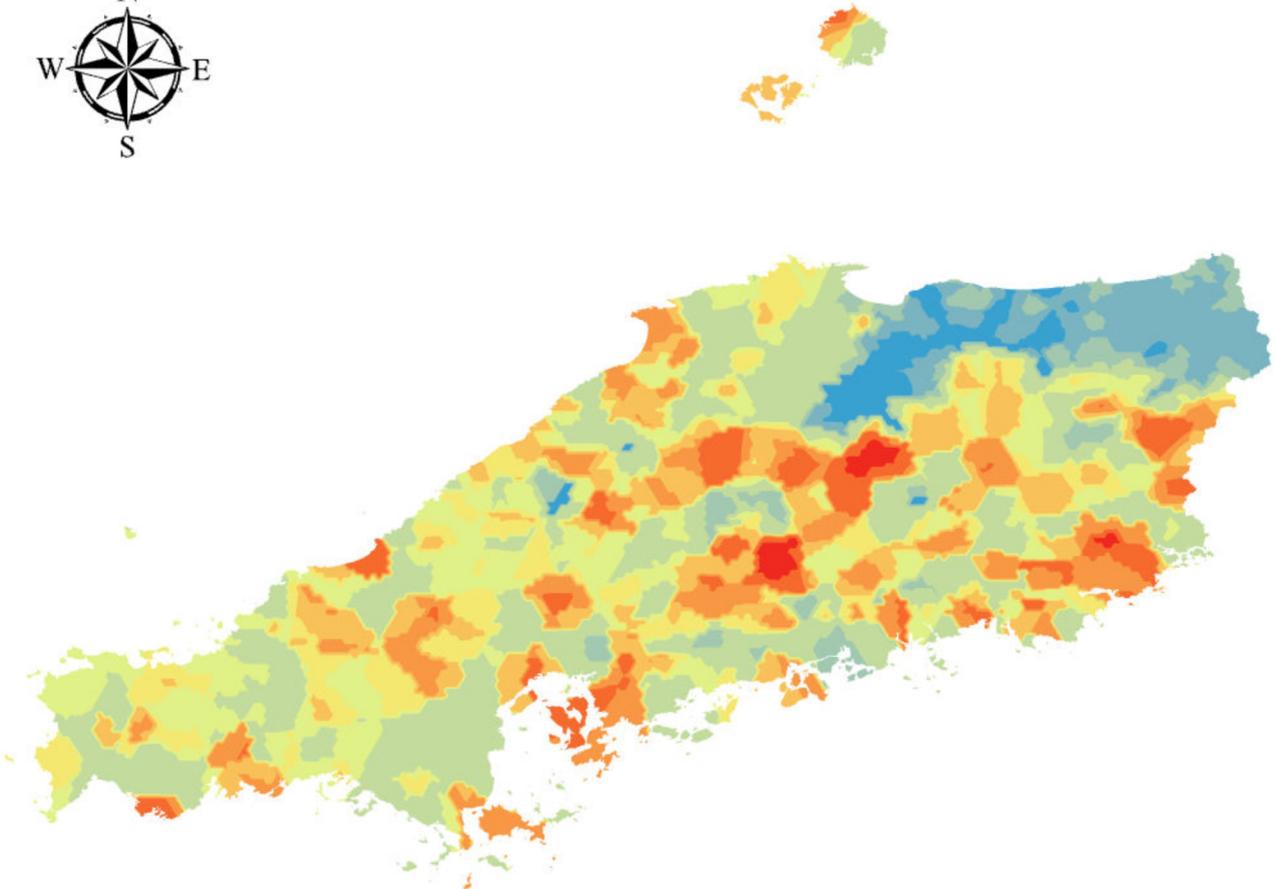
# pH



pH [-]	
Count	690
Min	4.040
Max	7.860
Mean	5.923
Std.Dev.	0.680
Skewness	0.232
Kurtosis	-0.451
Median	5.870



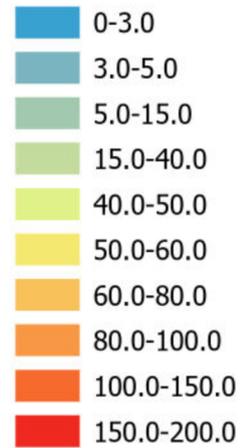
# EC



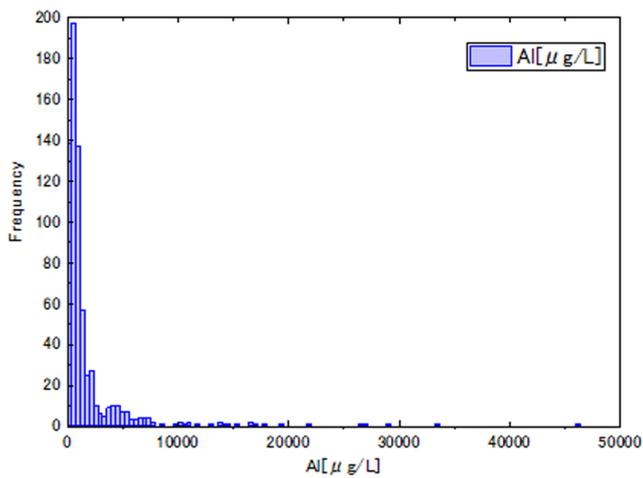
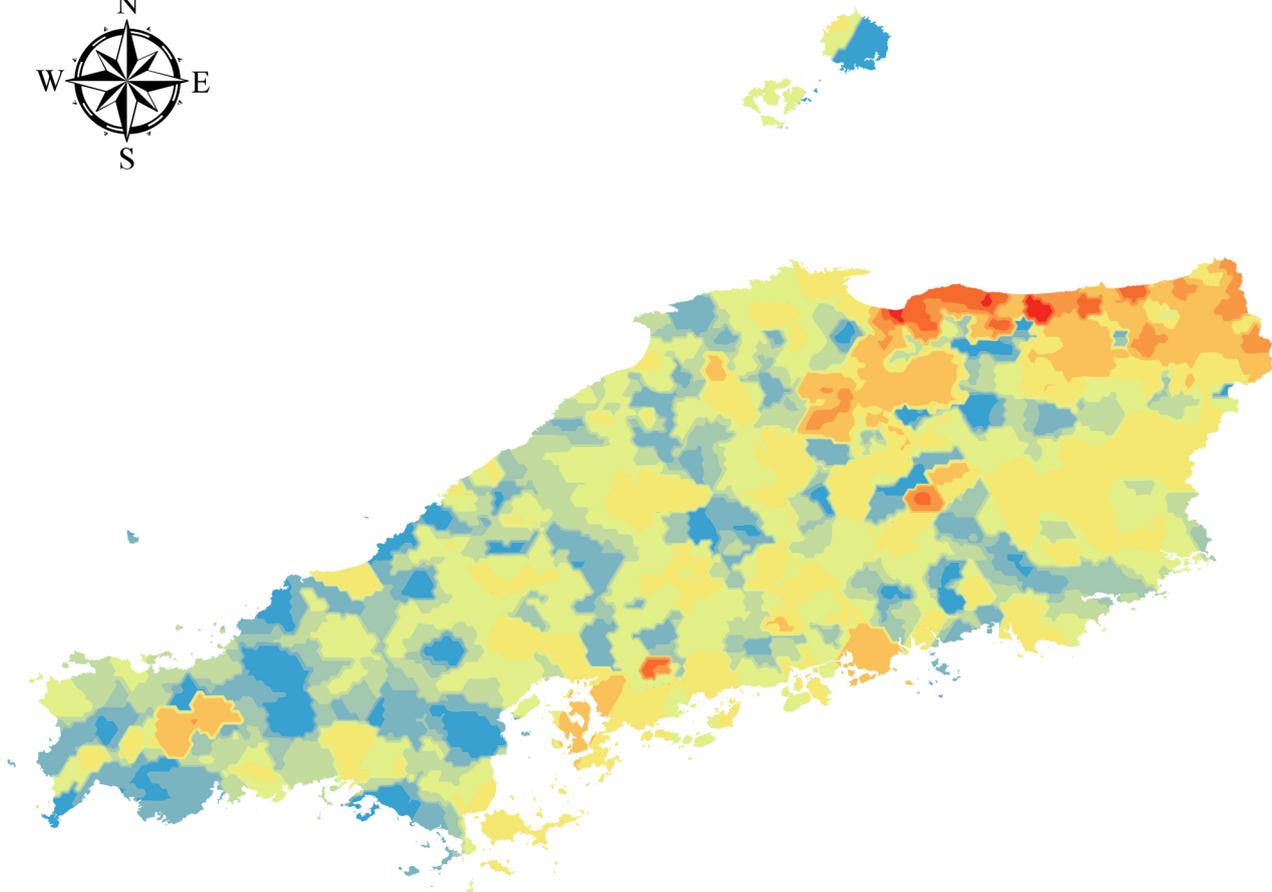
EC [mS/m]

Count	690
Min	0.200
Max	198.000
Mean	40.516
Std.Dev.	39.094
Skewness	1.407
Kurtosis	2.095
Median	33.000

EC [mS/m]

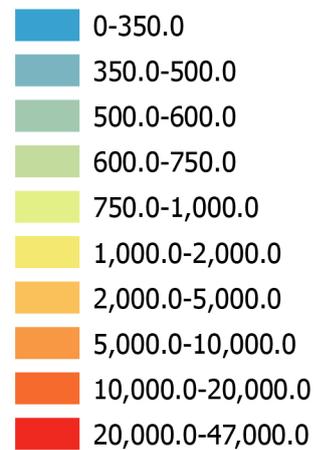


# Al\_water

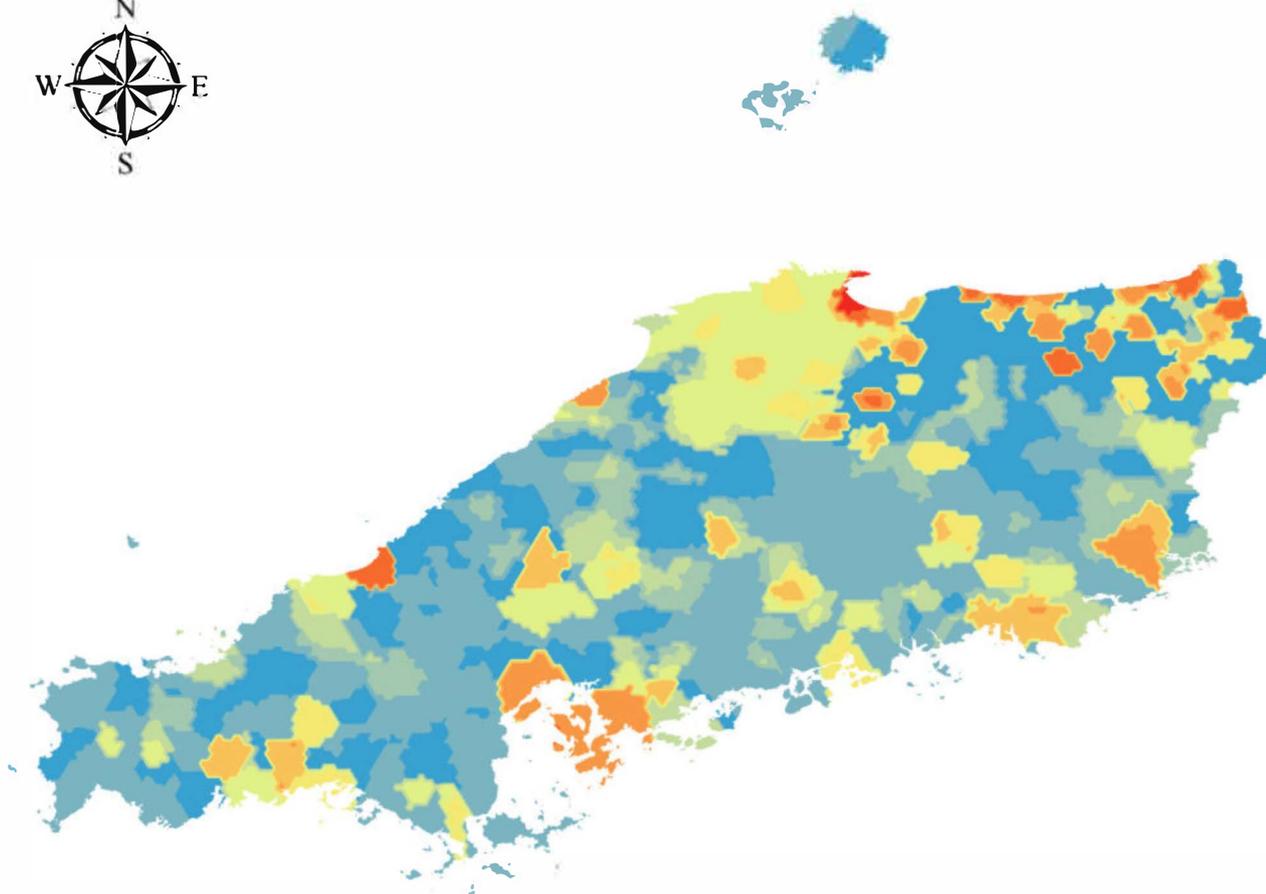


Al_water [μg/L]	
Count	690
Min	2.395
Max	46395.428
Mean	1871.291
Std.Dev.	3756.298
Skewness	5.931
Kurtosis	47.636
Median	825.400

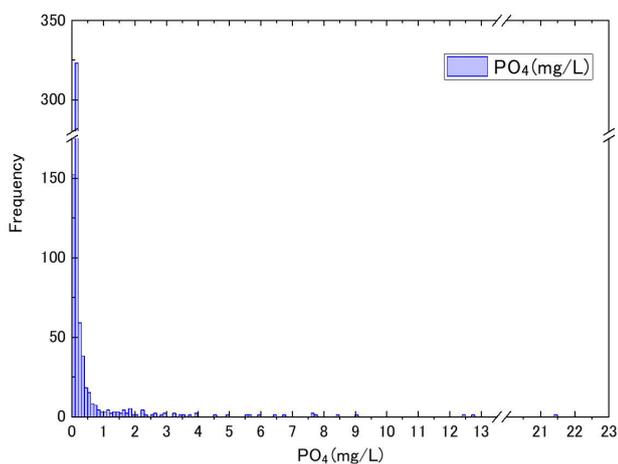
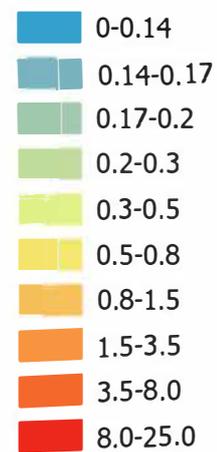
Al\_water [μg/L]



# PO<sub>4</sub>\_water

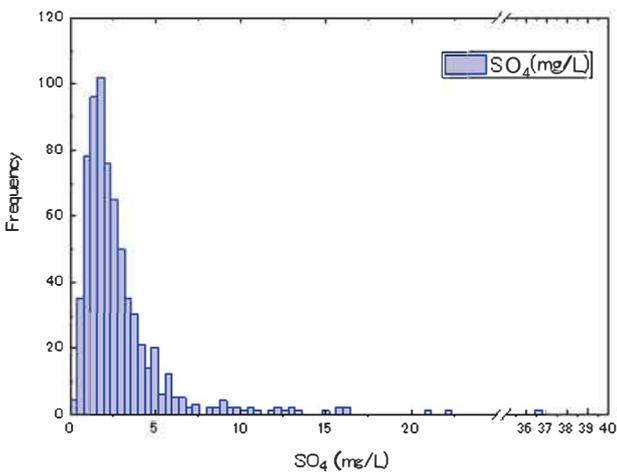
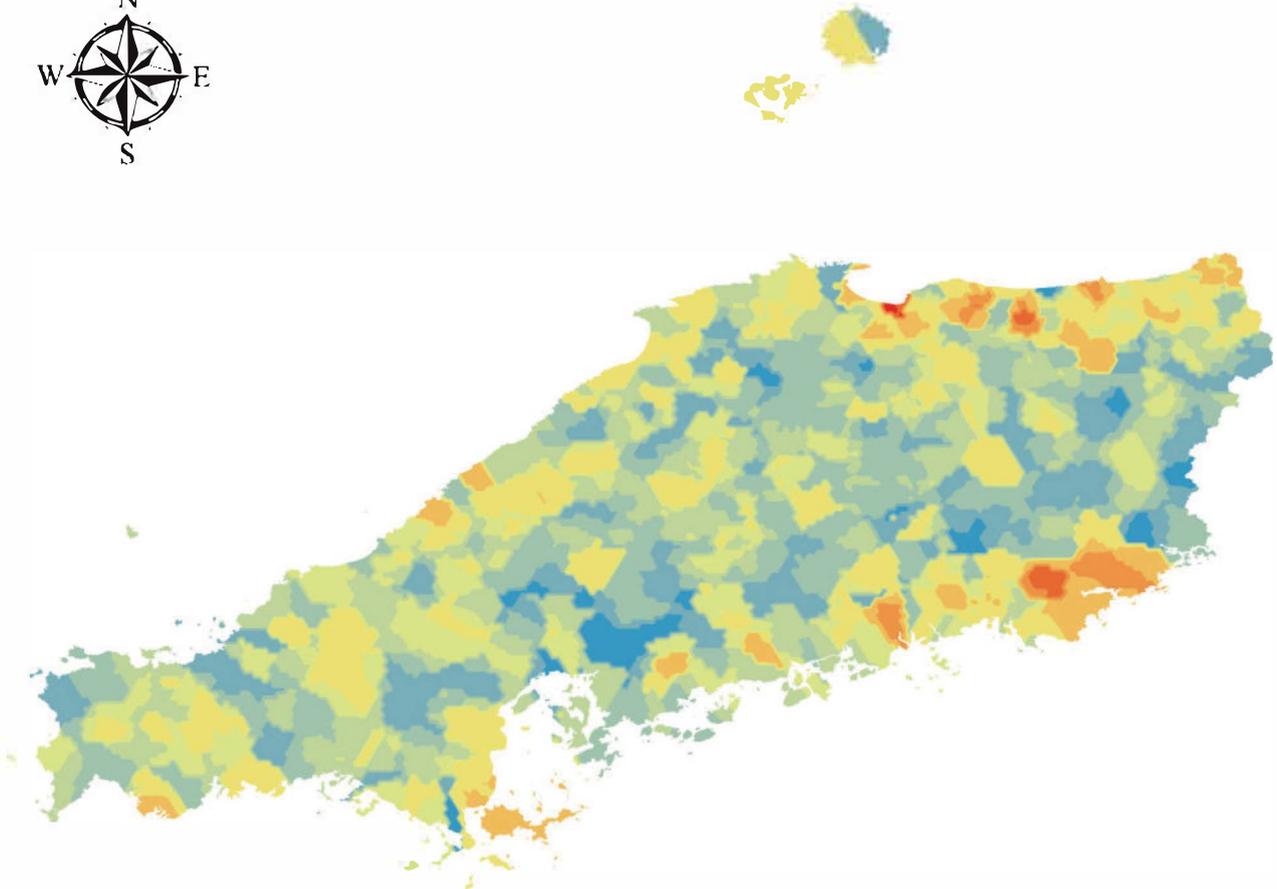


PO<sub>4</sub>\_water [mg/L]



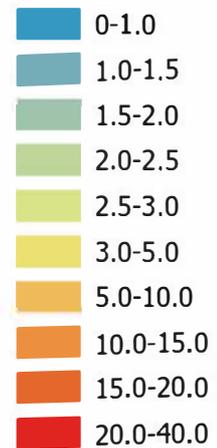
PO <sub>4</sub> _water [mg/L]	
Count	690
Min	n.d.
Max	21.484
Mean	0.481
Std.Dev.	1.449
Skewness	7.870
Kurtosis	83.980
Median	0.143

# SO<sub>4</sub>\_water

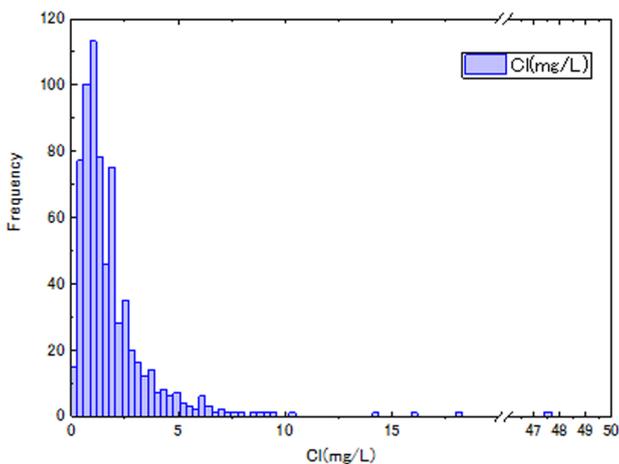
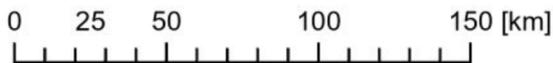
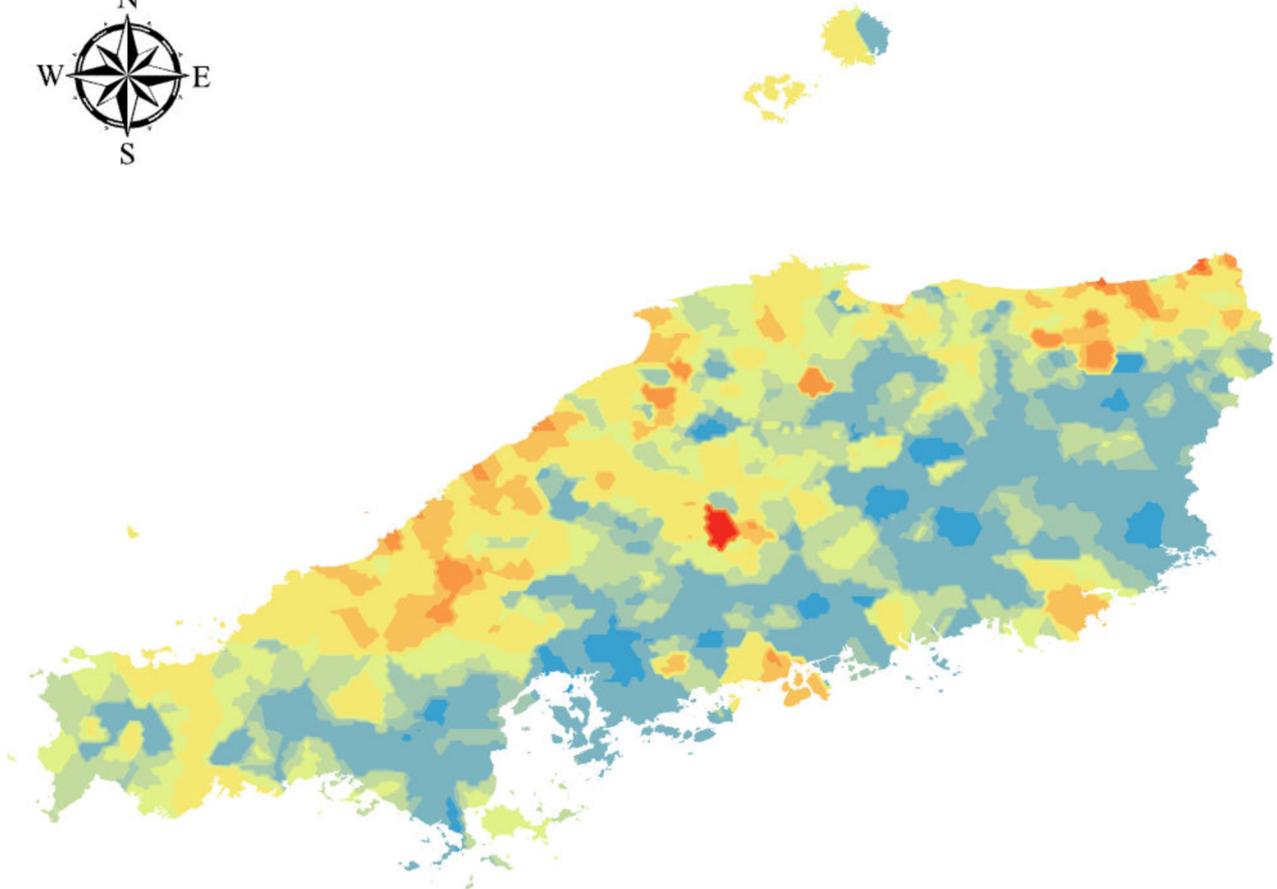


SO <sub>4</sub> _water [mg/L]	
Count	690
Min	0.120
Max	36.547
Mean	2.881
Std.Dev.	2.802
Skewness	4.828
Kurtosis	38.978
Median	2.158

## SO<sub>4</sub>\_water [mg/L]

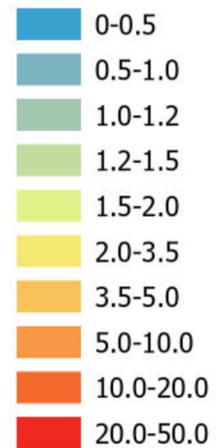


# Cl\_water

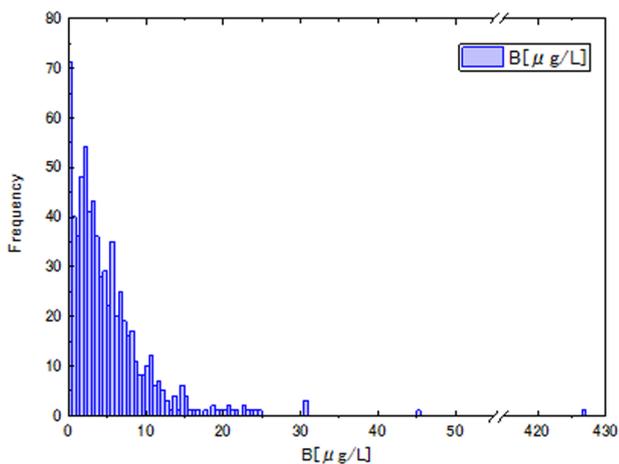
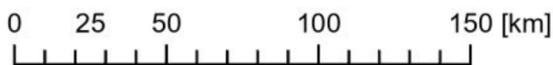
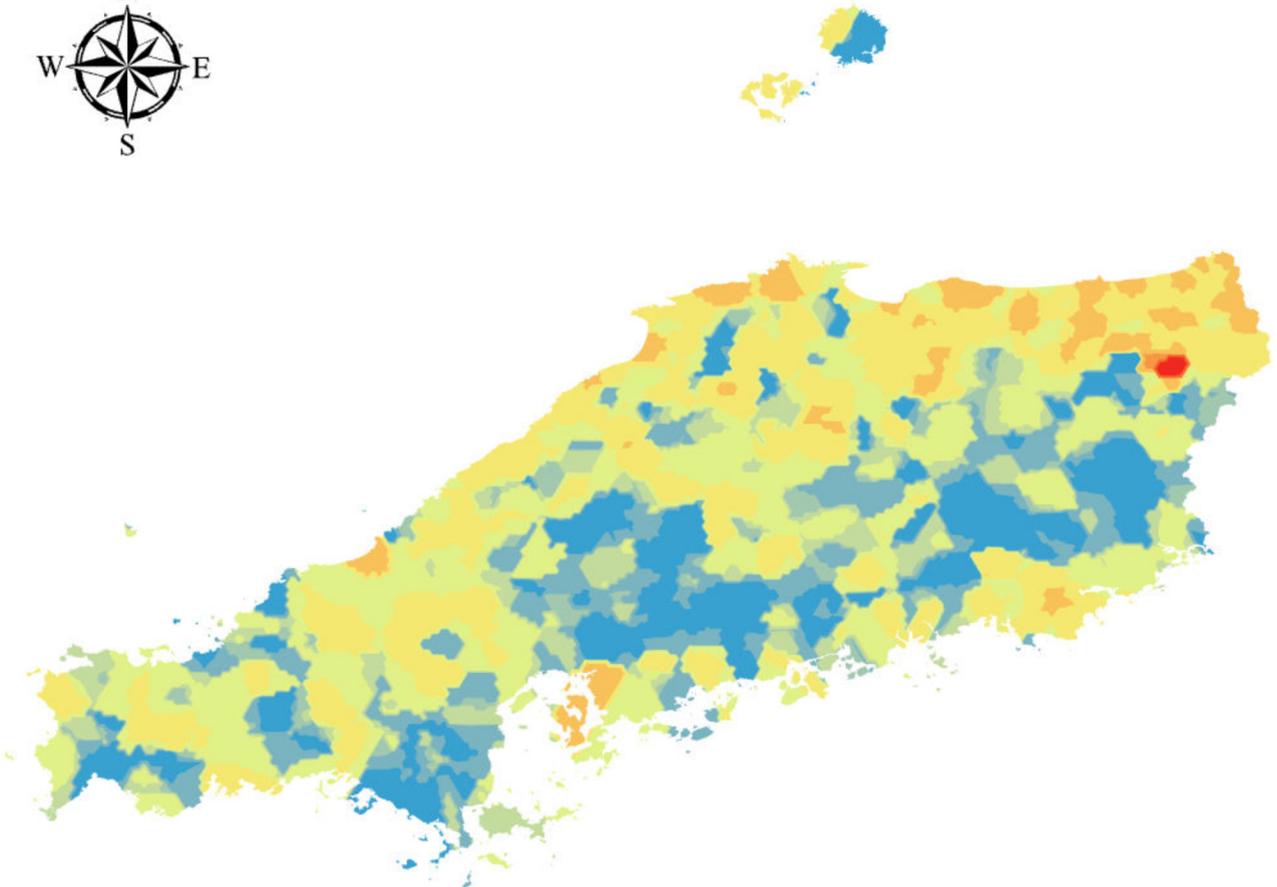


Cl_water [mg/L]	
Count	690
Min	0.089
Max	47.577
Mean	1.926
Std.Dev.	2.475
Skewness	10.409
Kurtosis	172.726
Median	1.371

## Cl\_water [mg/L]



# B\_water

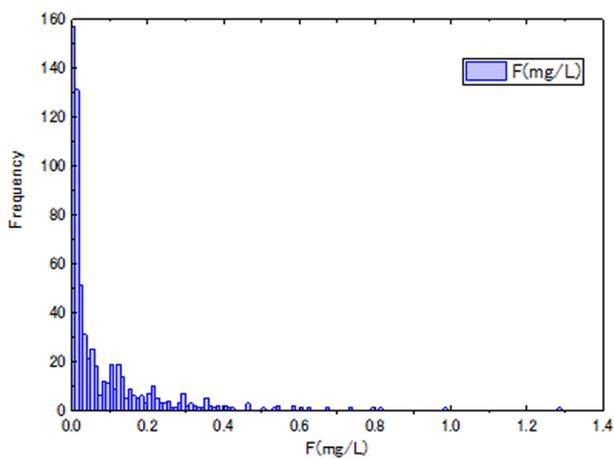
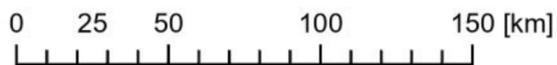
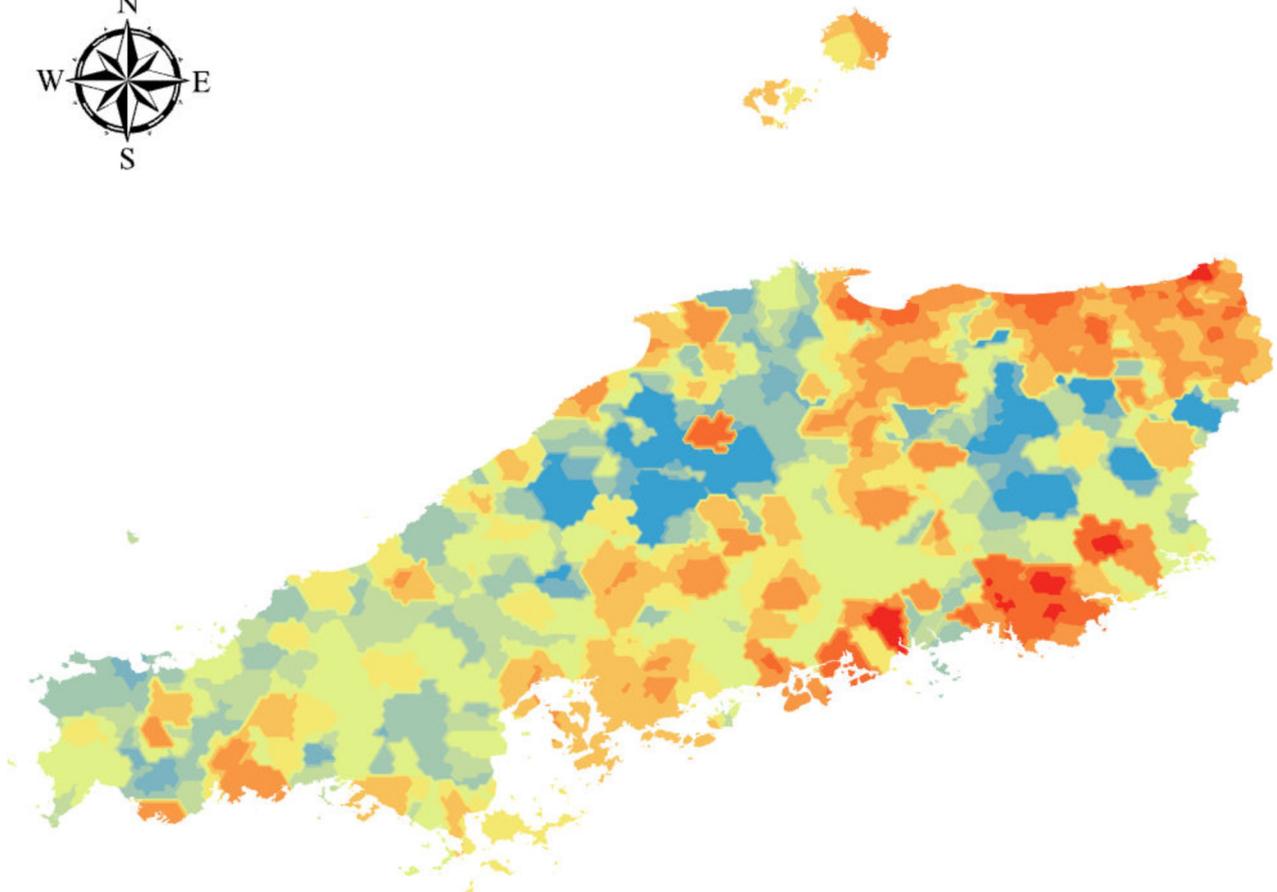


B_water [µg/L]	
Count	690
Min	n.d.
Max	426.968
Mean	5.588
Std.Dev.	16.798
Skewness	23.029
Kurtosis	576.782
Median	3.663

## B\_water [µg/L]

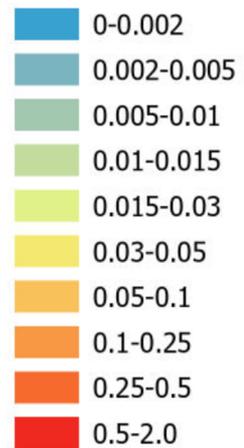


# F\_water

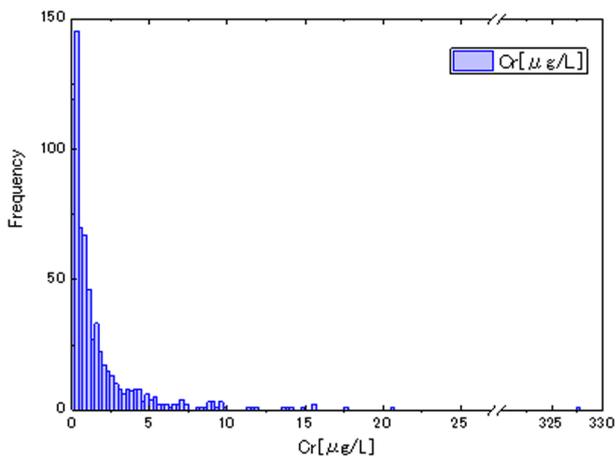
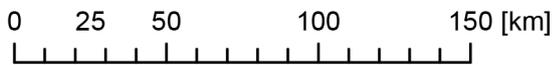
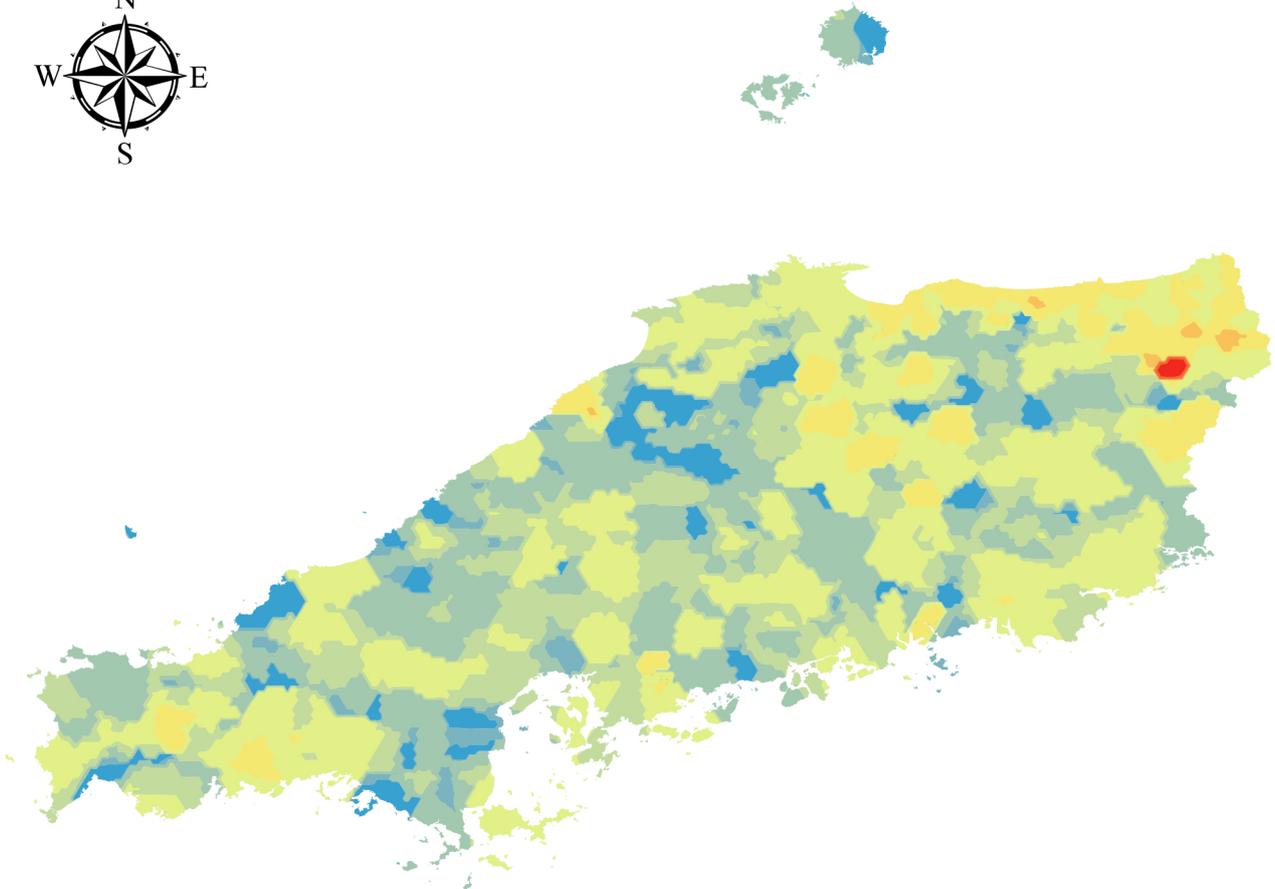


F_water [mg/L]	
Count	690
Min	-0.011
Max	1.286
Mean	0.078
Std.Dev.	0.131
Skewness	3.555
Kurtosis	18.805
Median	0.021

## F\_water [mg/L]

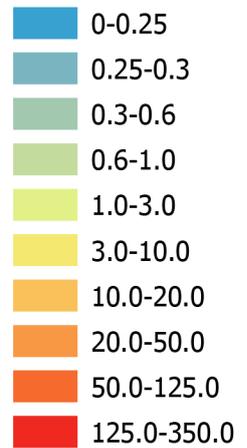


# Cr\_water

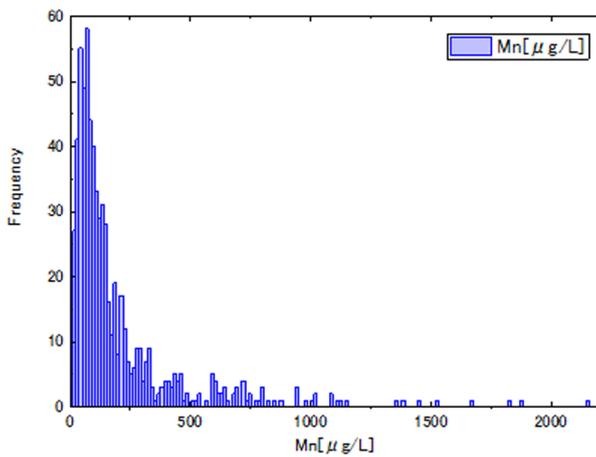
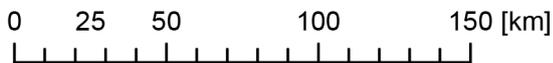
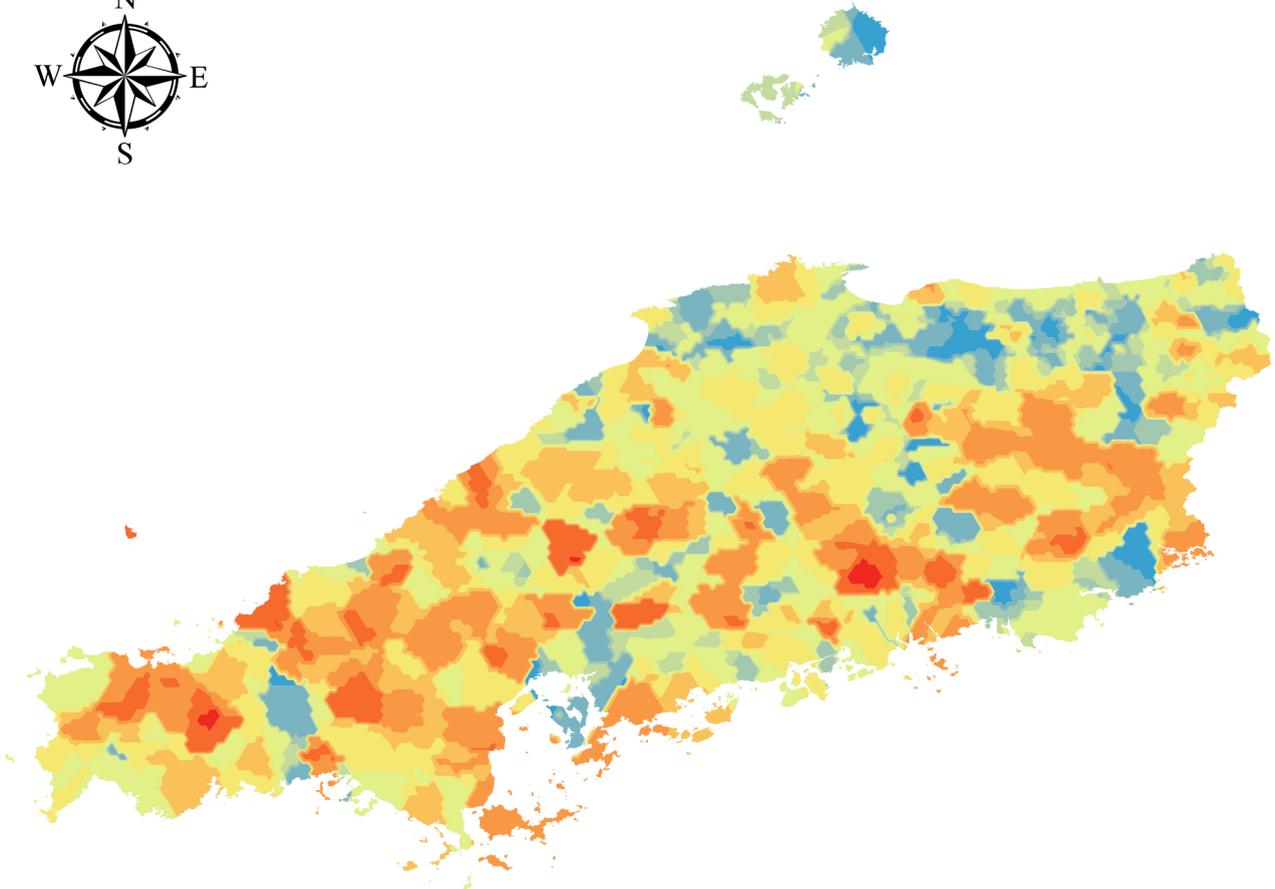


Cr_water [µg/L]	
Count	690
Min	n.d.
Max	327.663
Mean	2.141
Std.Dev.	12.655
Skewness	24.793
Kurtosis	637.906
Median	0.787

Cr\_water [µg/L]

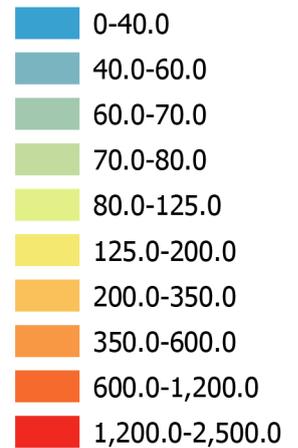


# Mn\_water

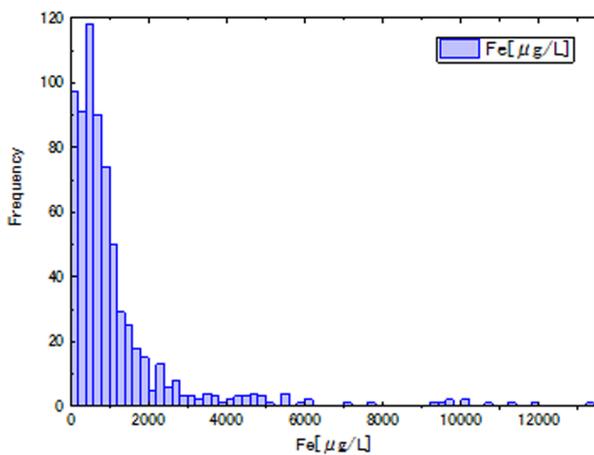
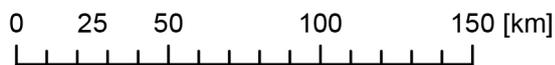
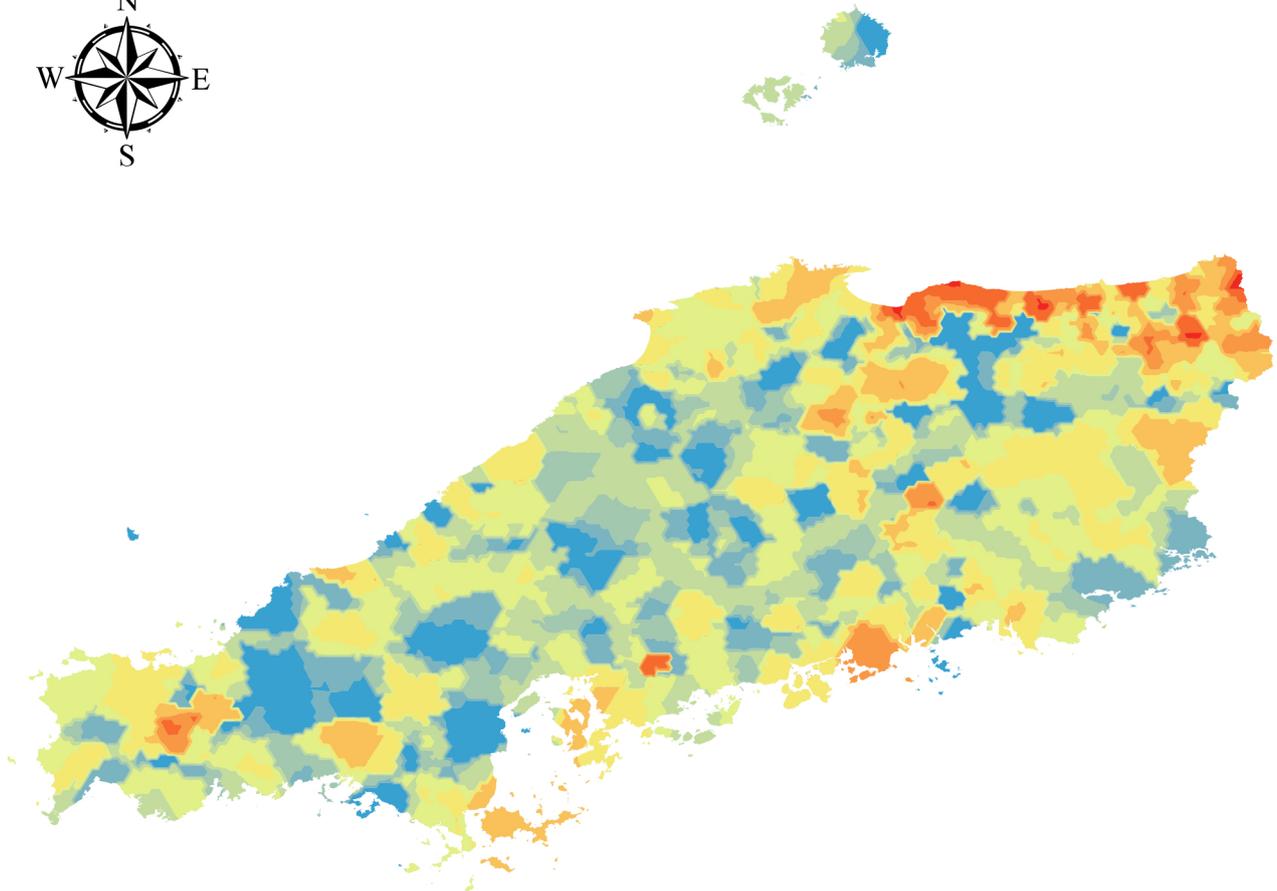


Mn_water [μg/L]	
Count	690
Min	0.921
Max	2155.750
Mean	197.592
Std.Dev.	256.885
Skewness	3.335
Kurtosis	14.698
Median	110.125

Mn\_water [μg/L]

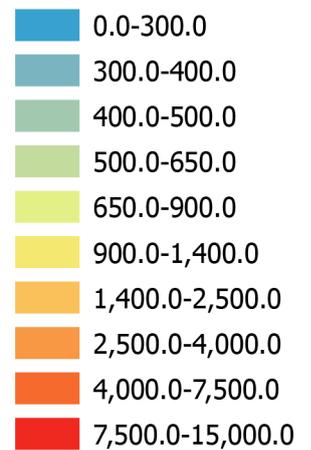


# Fe\_water

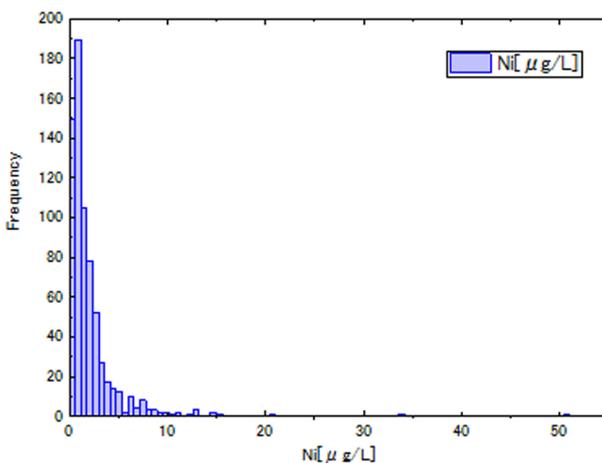
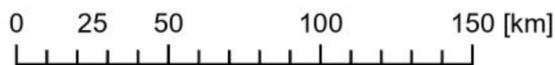
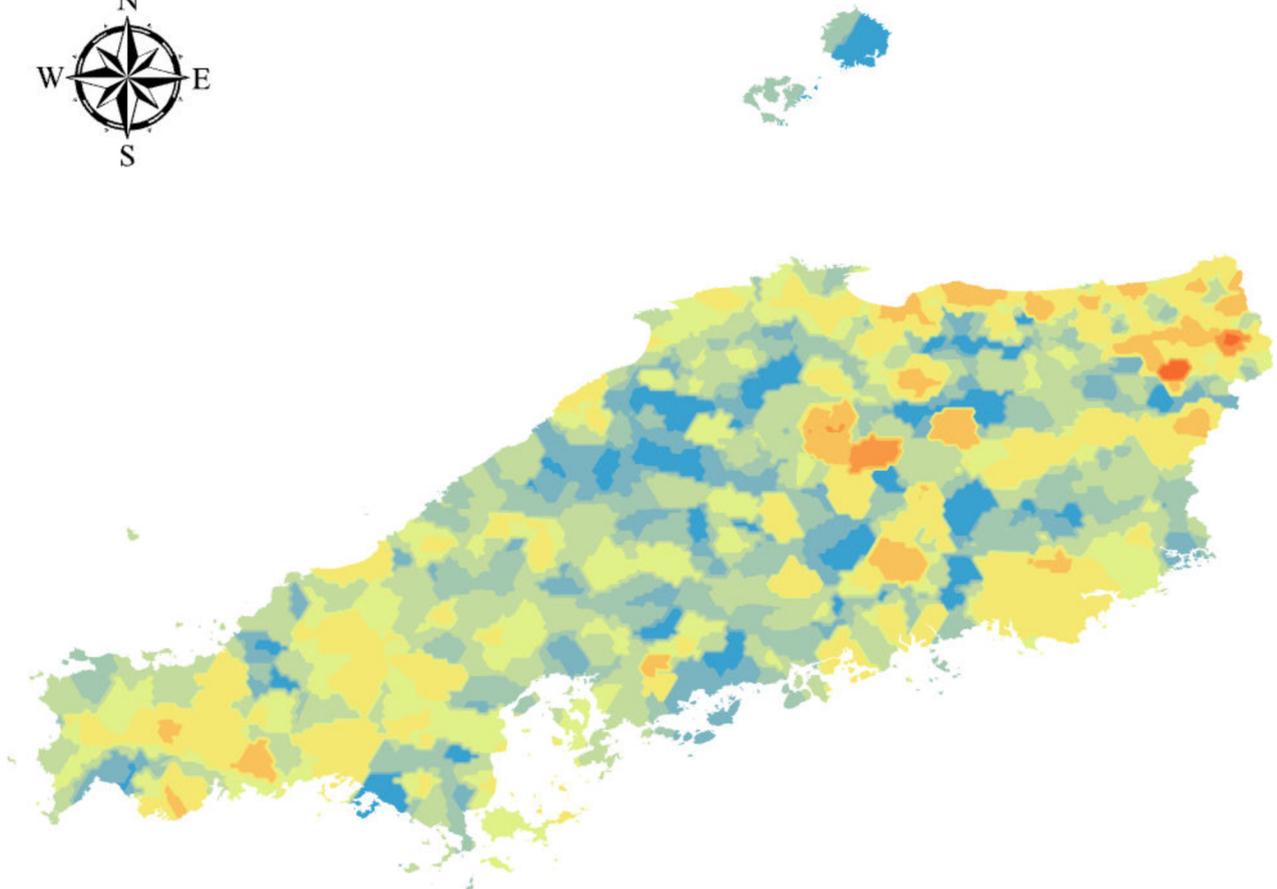


Fe_water [ $\mu\text{g/L}$ ]	
Count	690
Min	n.d.
Max	13318.848
Mean	1119.262
Std.Dev.	1580.428
Skewness	3.989
Kurtosis	20.022
Median	668.613

Fe\_water [ $\mu\text{g/L}$ ]

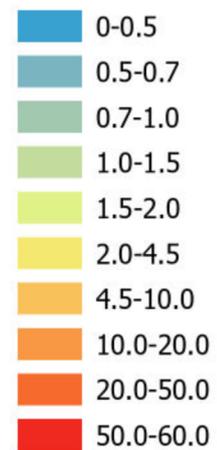


# Ni\_water

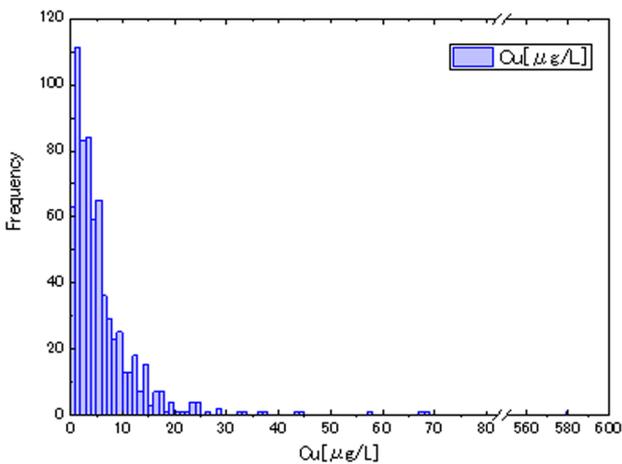
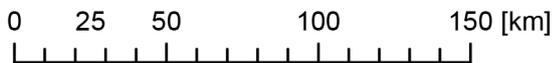
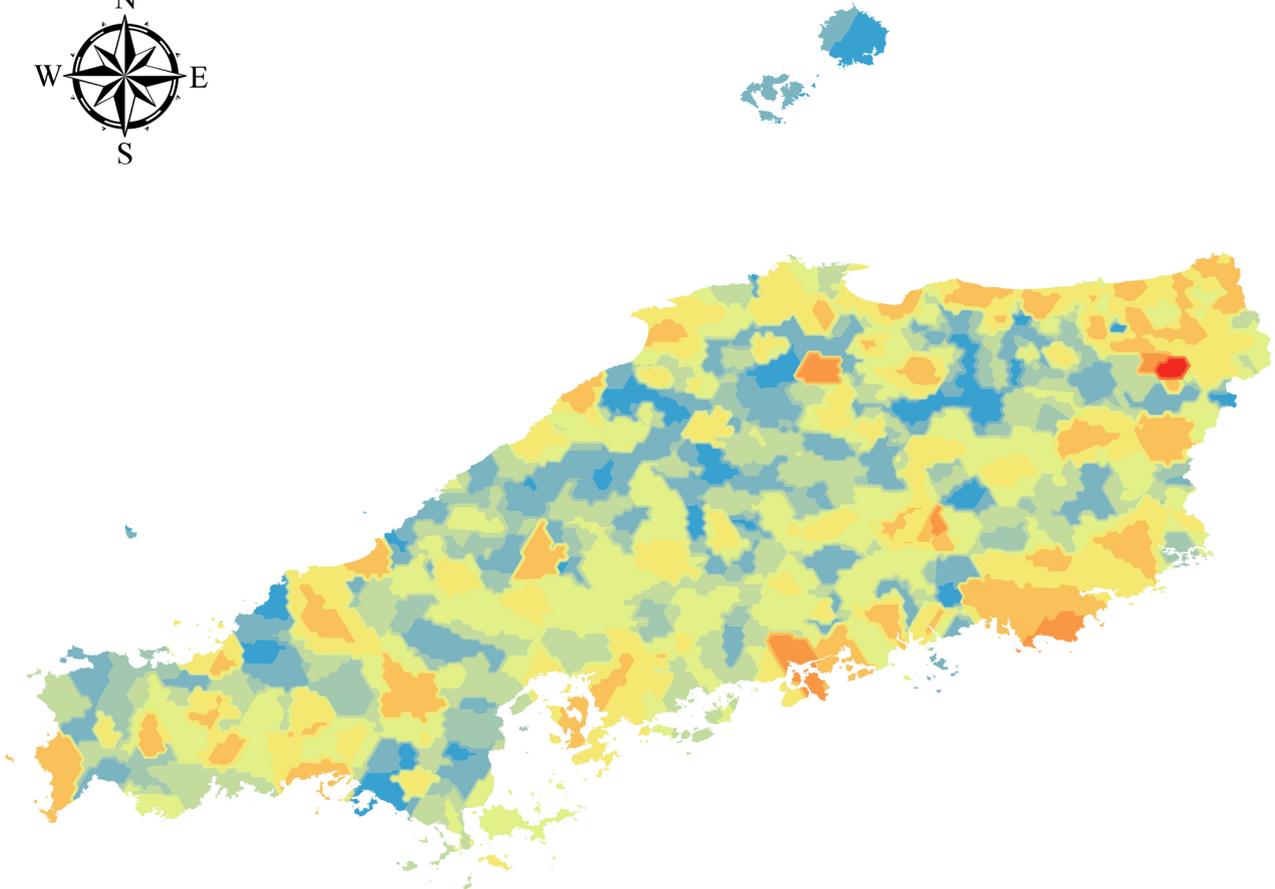


Ni_water [µg/L]	
Count	690
Min	0.064
Max	50.473
Mean	2.086
Std.Dev.	3.170
Skewness	7.750
Kurtosis	95.384
Median	1.239

Ni\_water [µg/L]



# Cu\_water

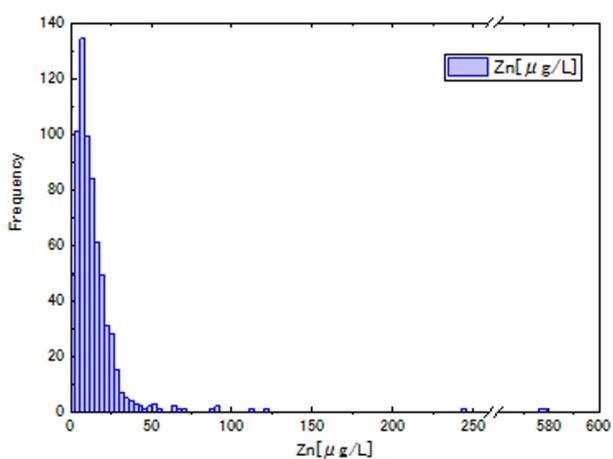
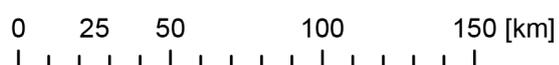
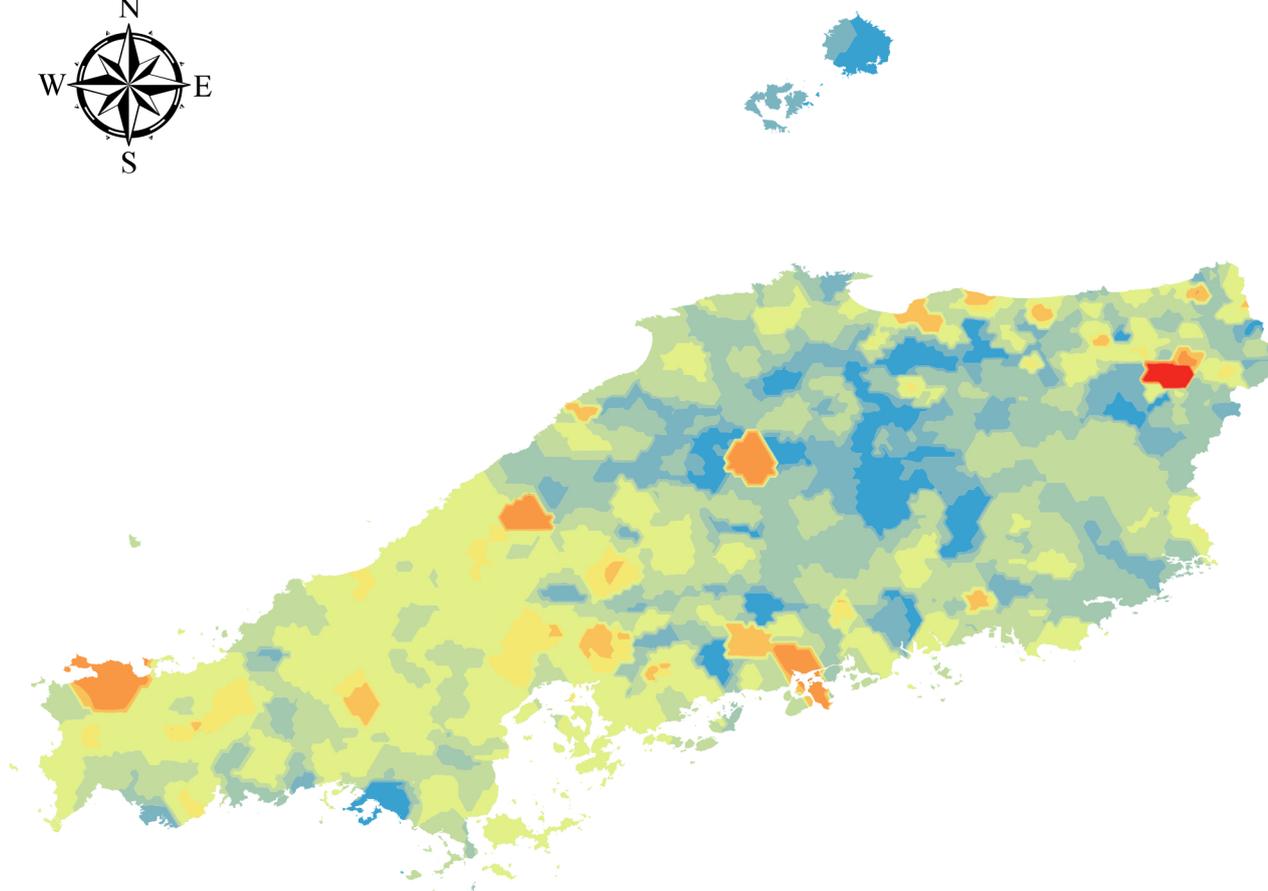


Cu_water [μg/L]	
Count	690
Min	0.137
Max	579.506
Mean	6.888
Std.Dev.	22.909
Skewness	22.833
Kurtosis	568.697
Median	4.177

Cu\_water [μg/L]

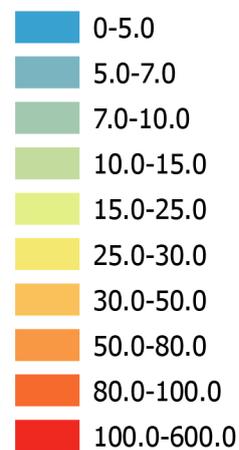


# Zn\_water

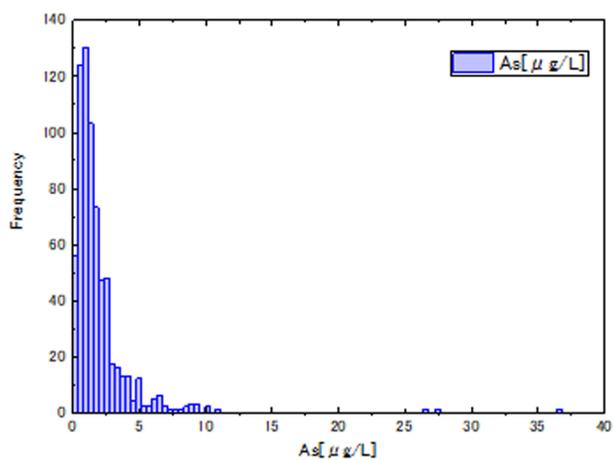
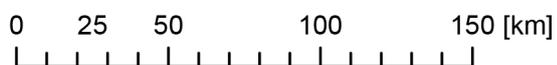
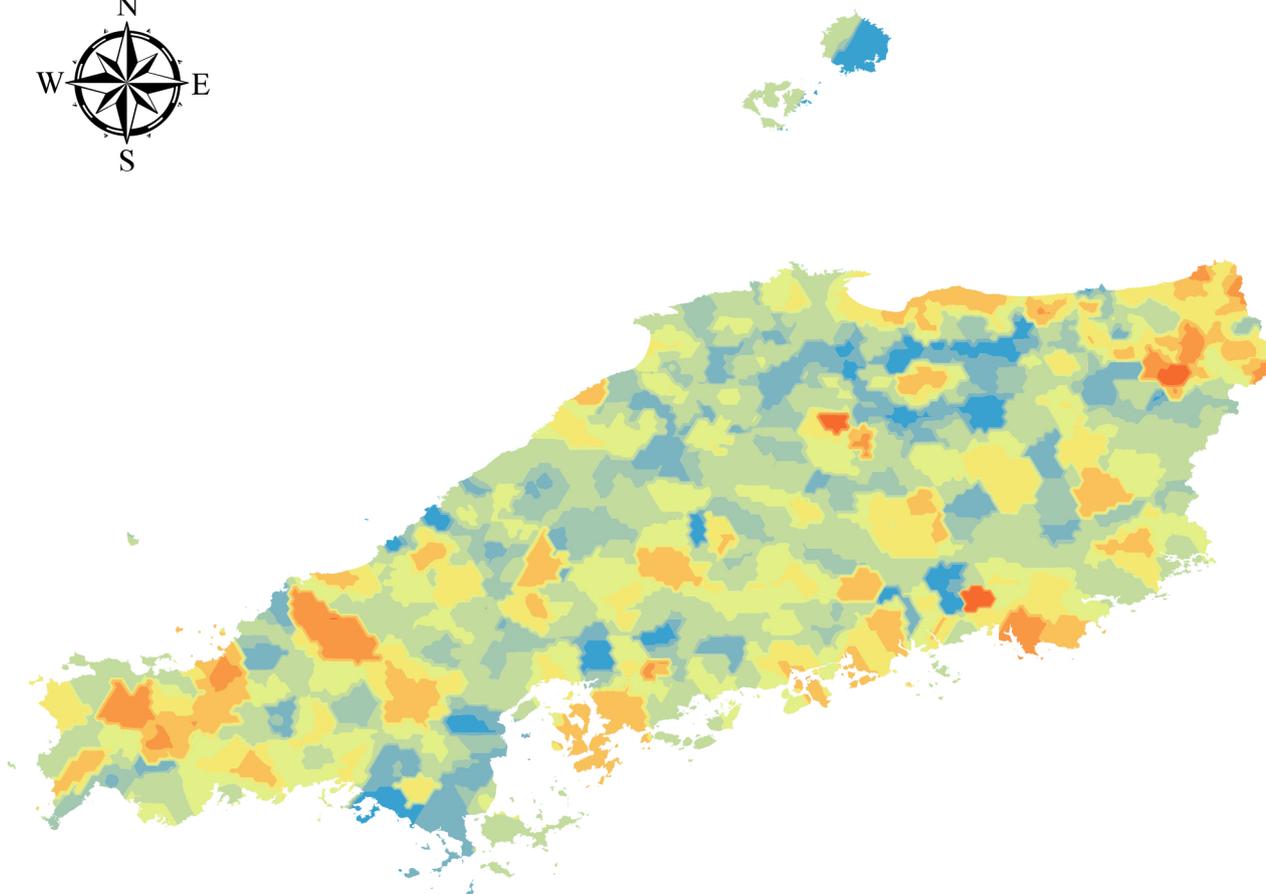


Zn_water [μg/L]	
Count	690
Min	n.d.
Max	578.469
Mean	14.899
Std.Dev.	26.262
Skewness	15.700
Kurtosis	316.998
Median	10.797

Zn\_water [μg/L]

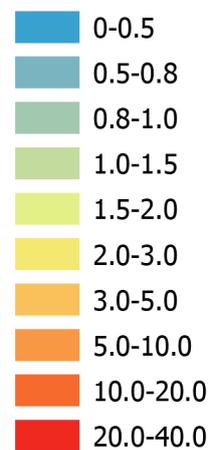


# As\_water

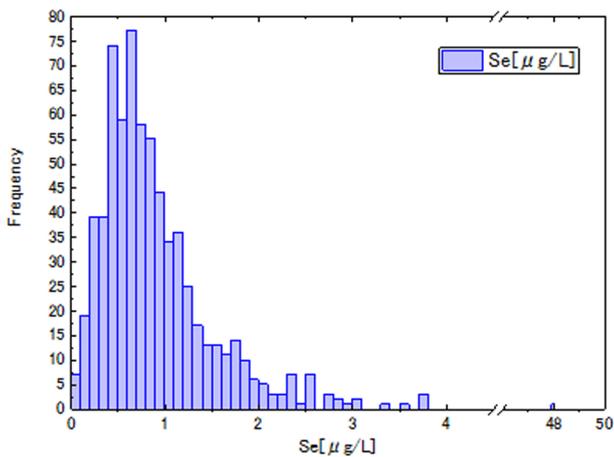
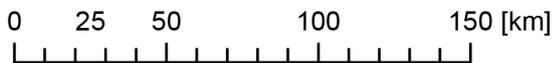
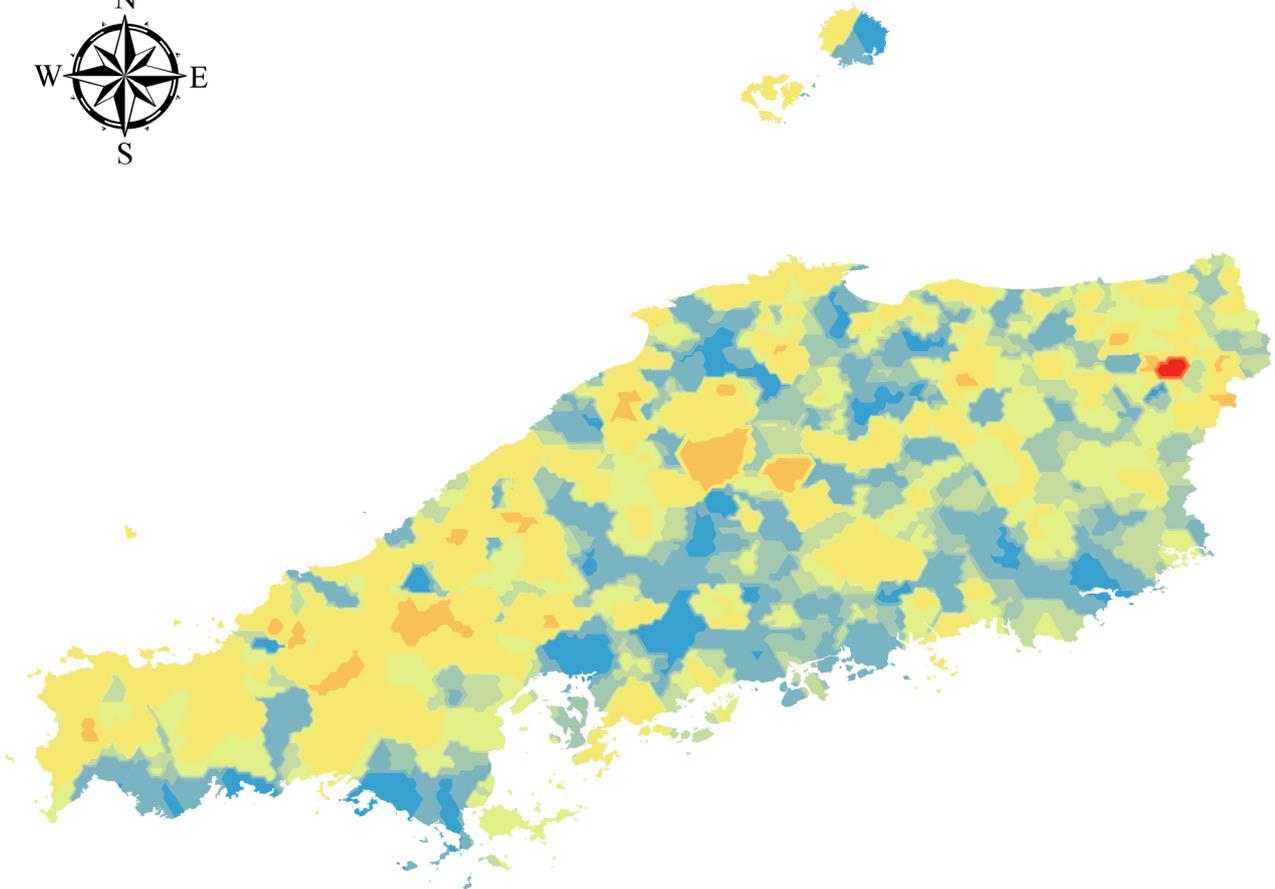


As_water [µg/L]	
Count	690
Min	0.032
Max	36.566
Mean	1.929
Std.Dev.	2.518
Skewness	7.243
Kurtosis	79.354
Median	1.324

As\_water [µg/L]

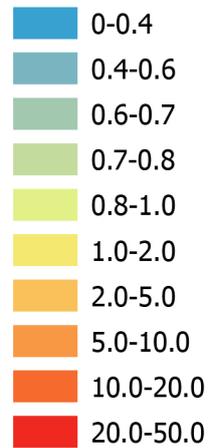


# Se\_water

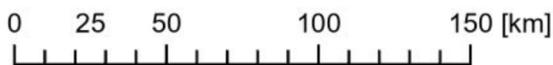
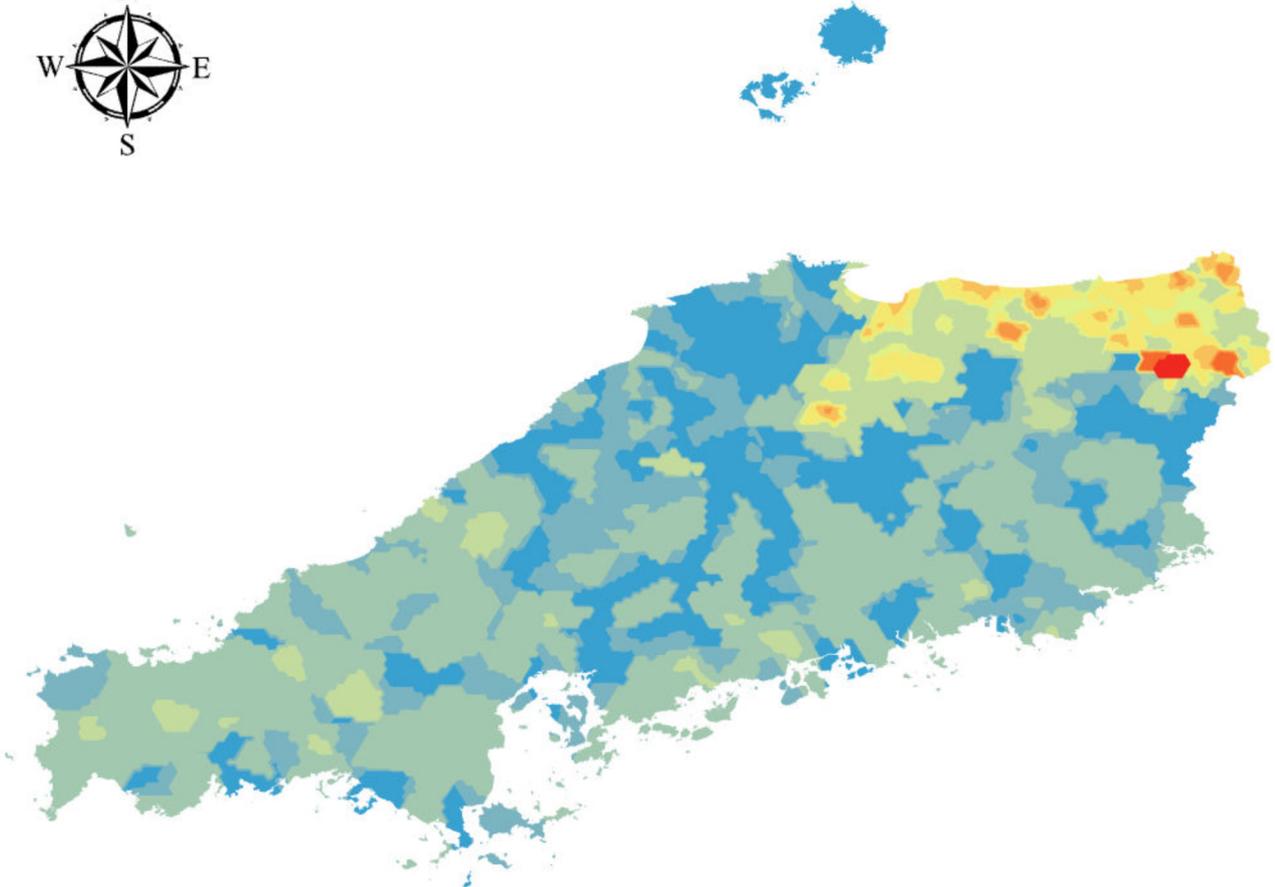


Se_water [ $\mu\text{g/L}$ ]	
Count	690
Min	0.027
Max	47.905
Mean	0.970
Std.Dev.	1.886
Skewness	22.465
Kurtosis	558.224
Median	0.763

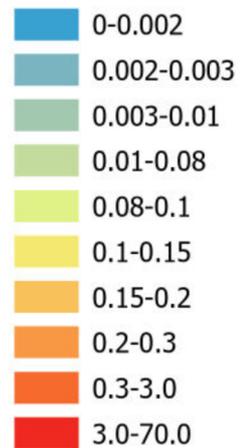
Se\_water [ $\mu\text{g/L}$ ]



# Cd\_water

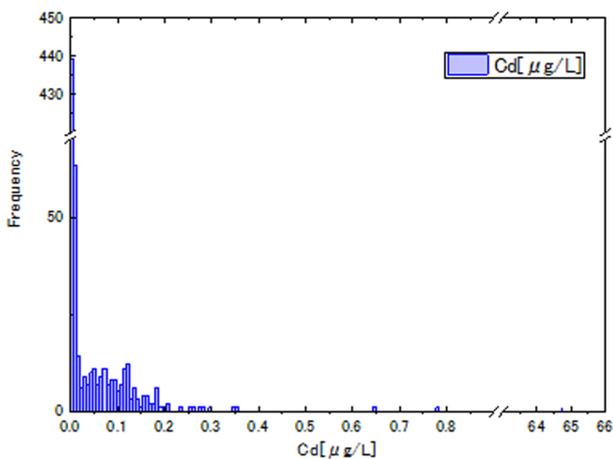


Cd\_water [ $\mu\text{g/L}$ ]

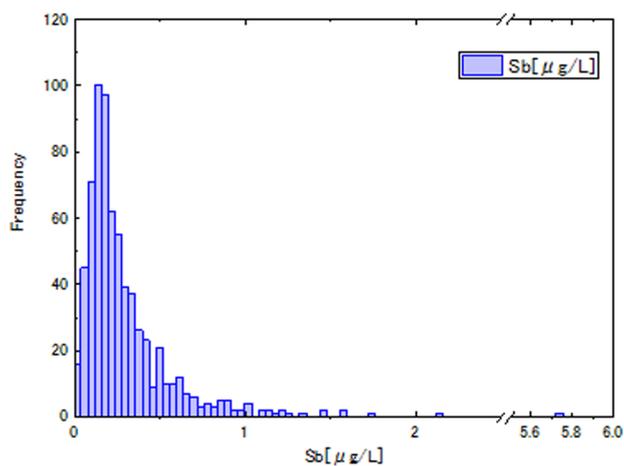
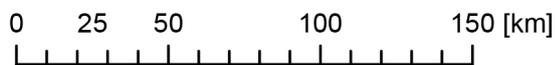
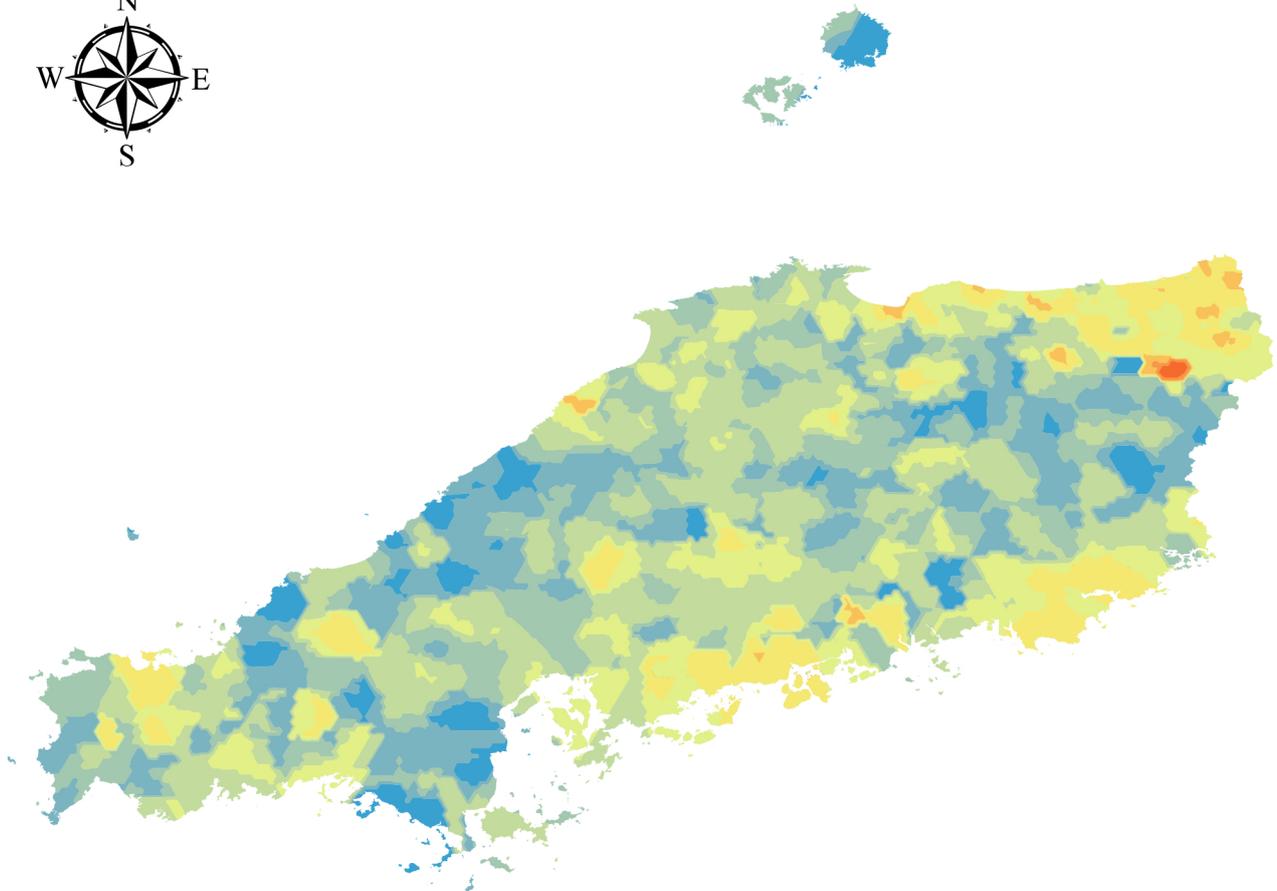


Cd\_water [ $\mu\text{g/L}$ ]

Count	690
Min	6.02E-05
Max	64.745
Mean	0.124
Std.Dev.	2.464
Skewness	26.241
Kurtosis	689.053
Median	0.004

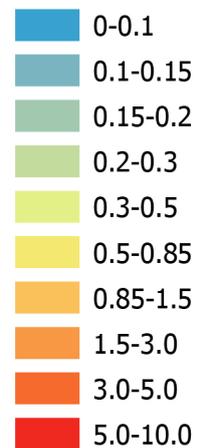


# Sb\_water

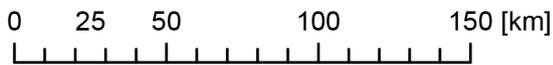
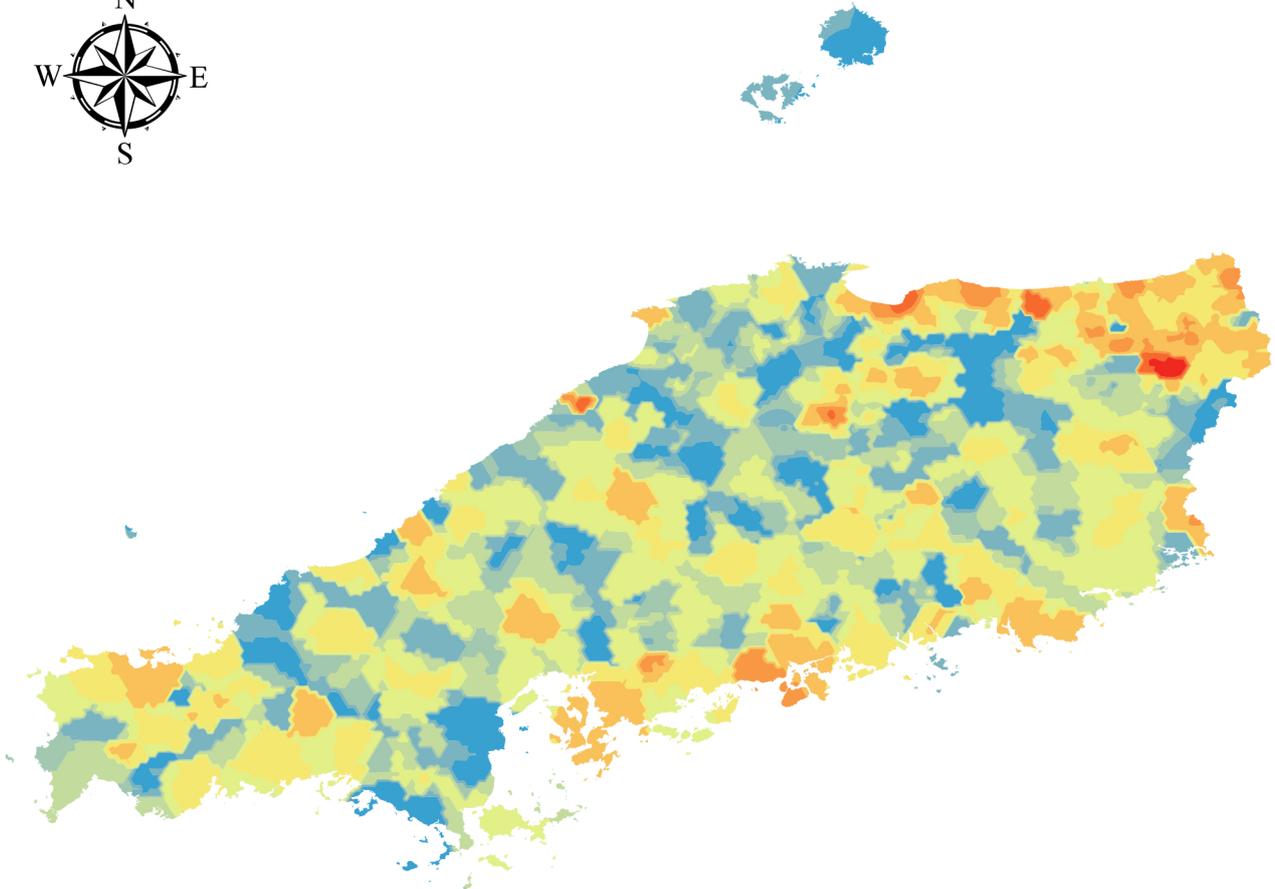


Sb_water [ $\mu\text{g/L}$ ]	
Count	690
Min	0.008
Max	5.743
Mean	0.299
Std.Dev.	0.329
Skewness	7.739
Kurtosis	110.803
Median	0.210

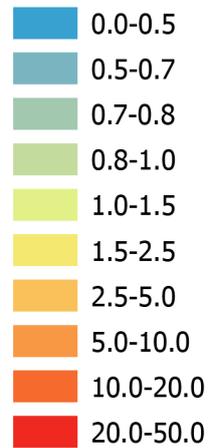
Sb\_water [ $\mu\text{g/L}$ ]



# Pb\_water

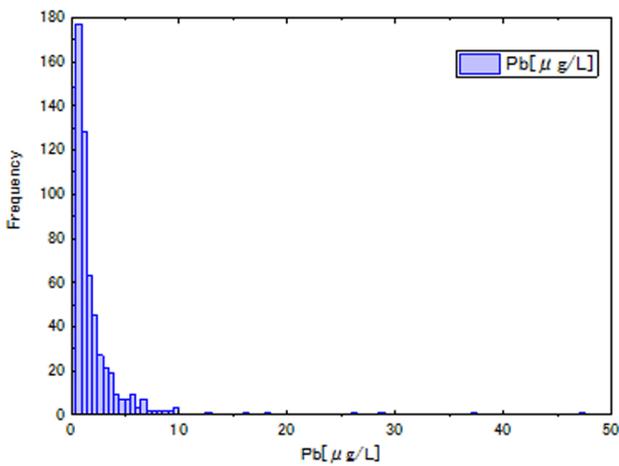


Pb\_water [ $\mu$ g/L]

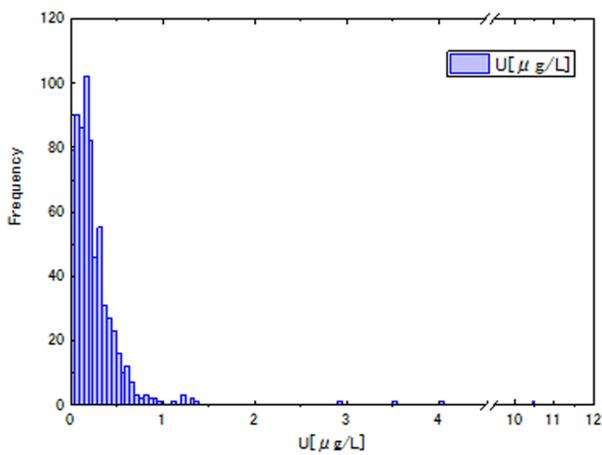
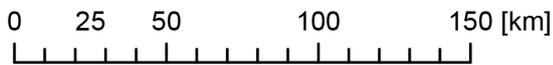
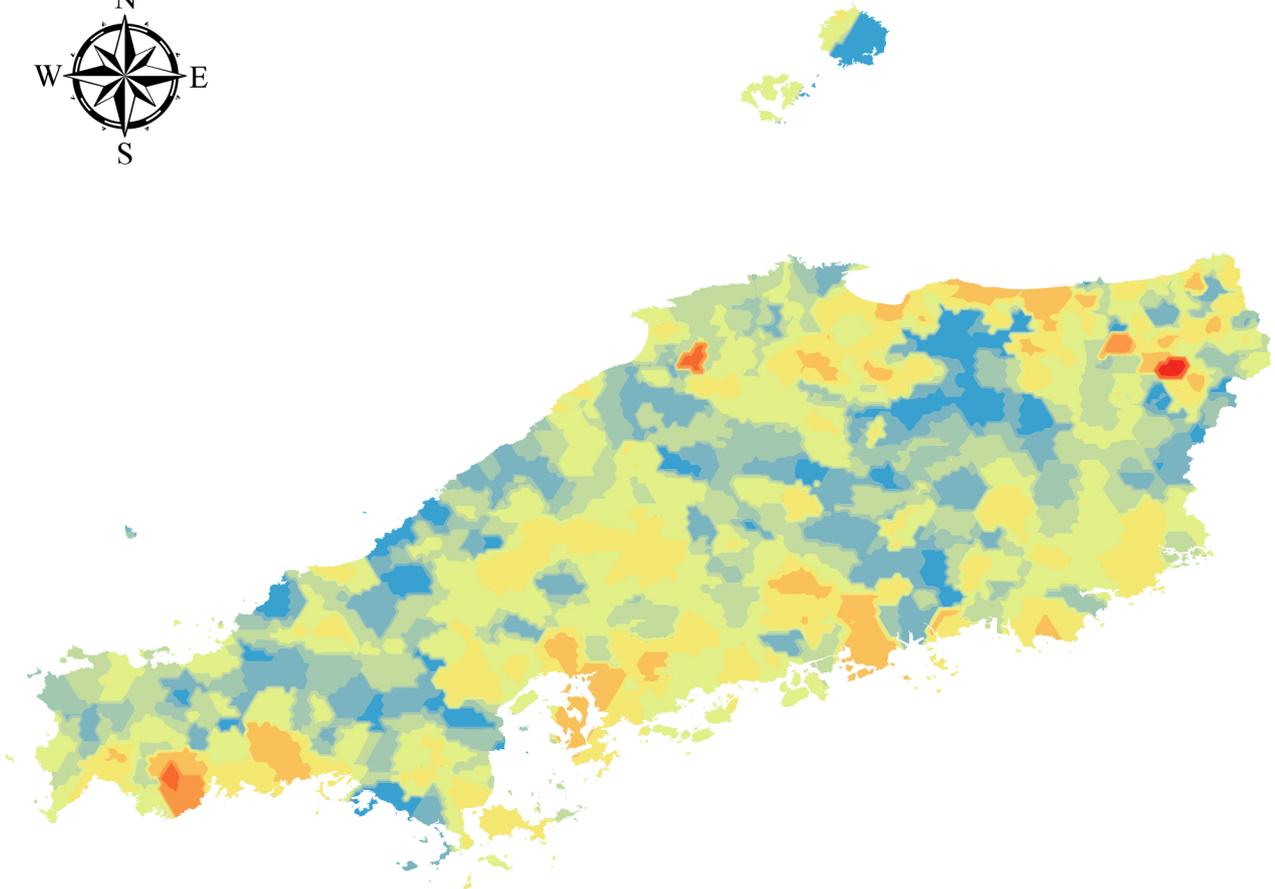


Pb\_water [ $\mu$ g/L]

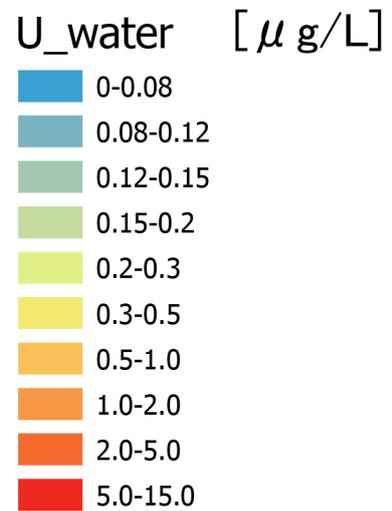
Count	690
Min	n.d.
Max	47.211
Mean	1.829
Std.Dev.	3.233
Skewness	8.064
Kurtosis	89.585
Median	1.039



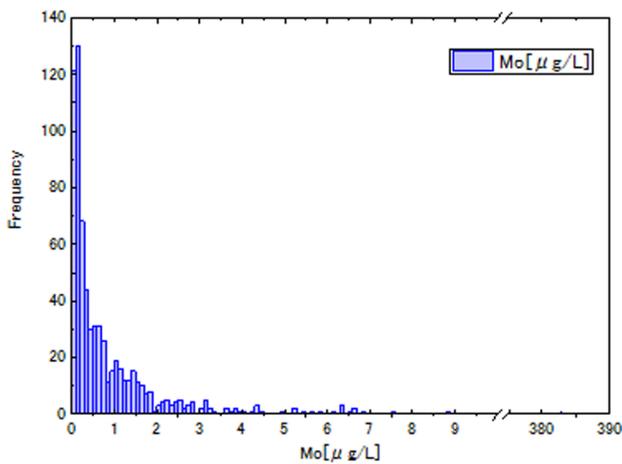
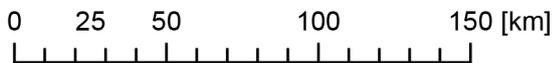
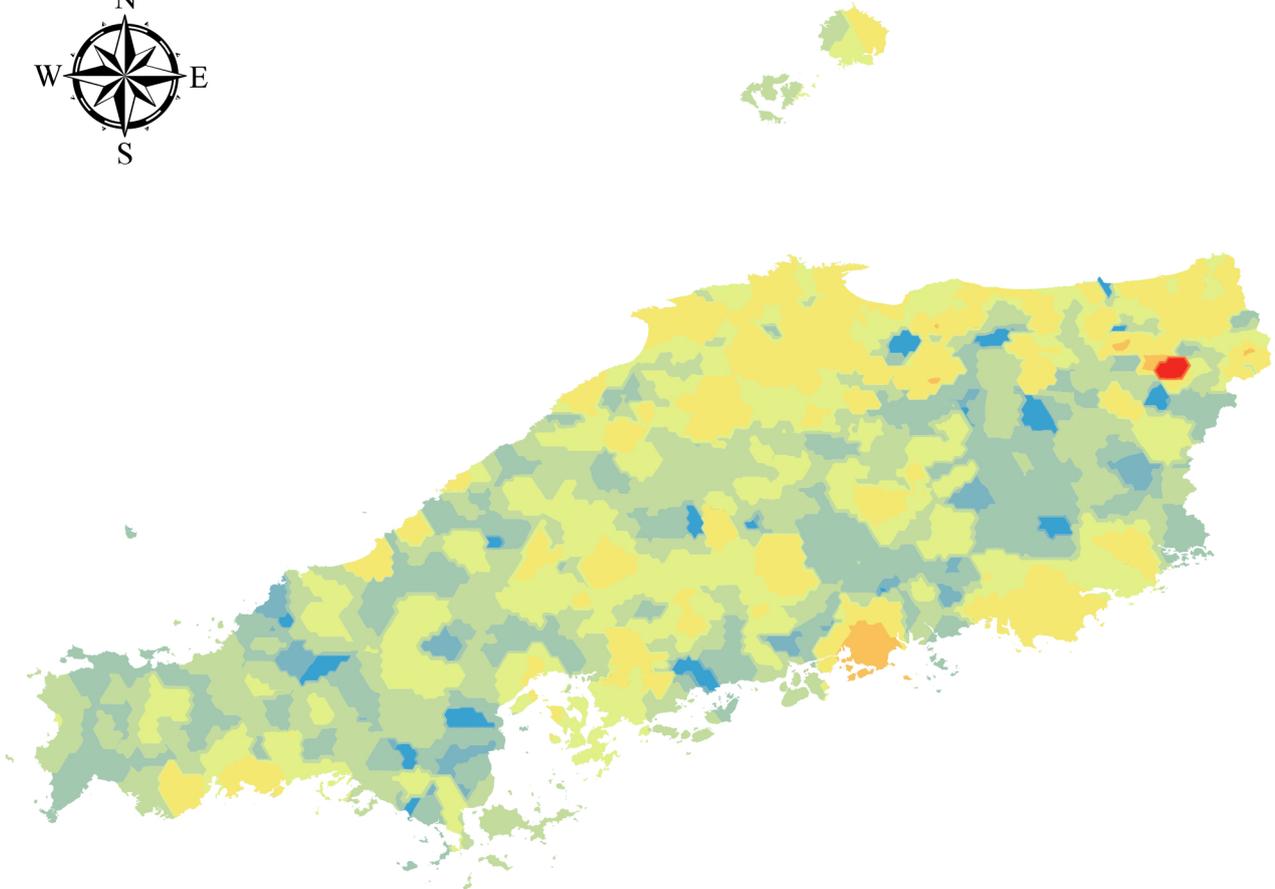
# U\_water



U_water [µg/L]	
Count	690
Min	3.78E-04
Max	10.474
Mean	0.271
Std.Dev.	0.489
Skewness	14.654
Kurtosis	284.052
Median	0.193

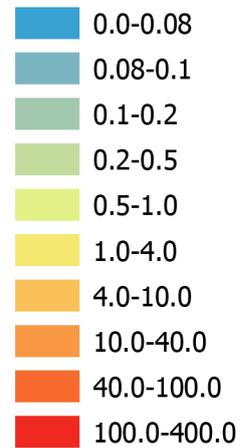


# Mo\_water



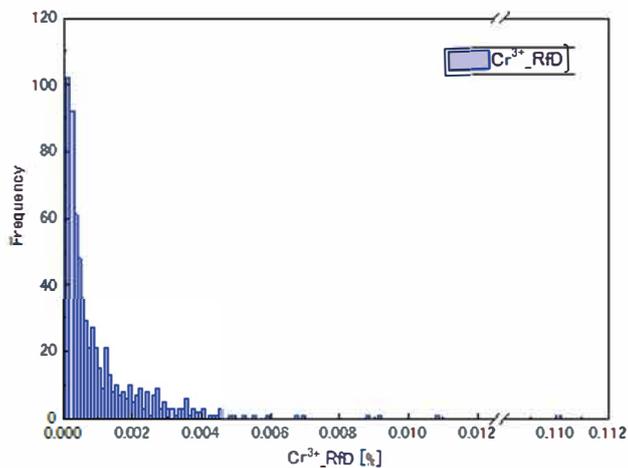
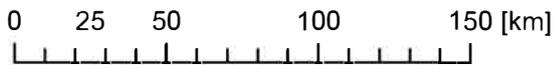
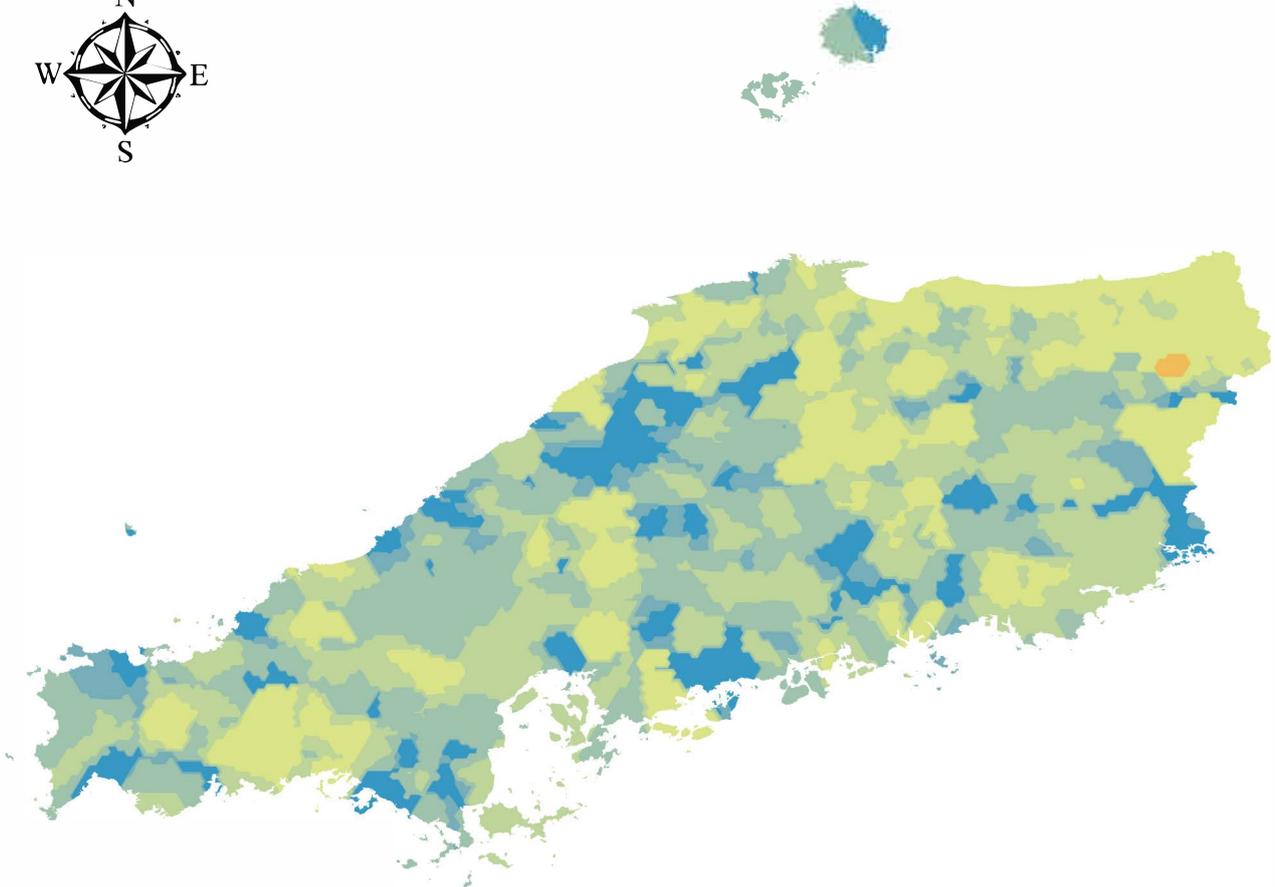
Mo_water [ $\mu\text{g/L}$ ]	
Count	690
Min	n.d.
Max	382.950
Mean	1.375
Std.Dev.	14.596
Skewness	26.007
Kurtosis	680.795
Median	0.369

Mo\_water [ $\mu\text{g/L}$ ]



## リスク評価図

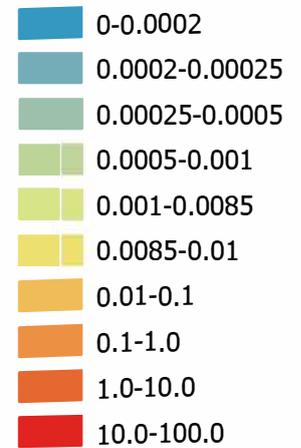
# Cr<sup>3+</sup>\_RfD



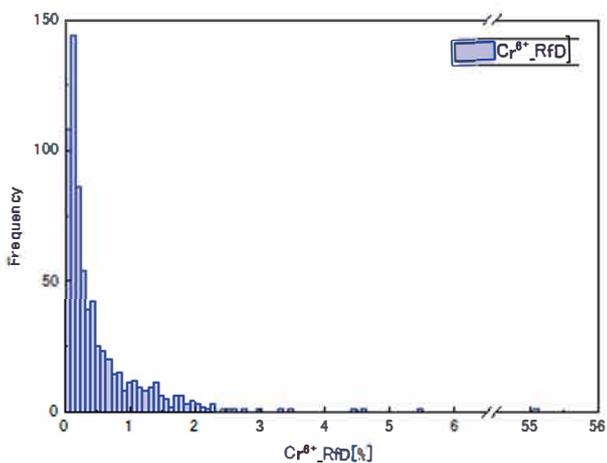
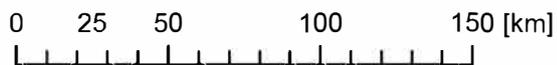
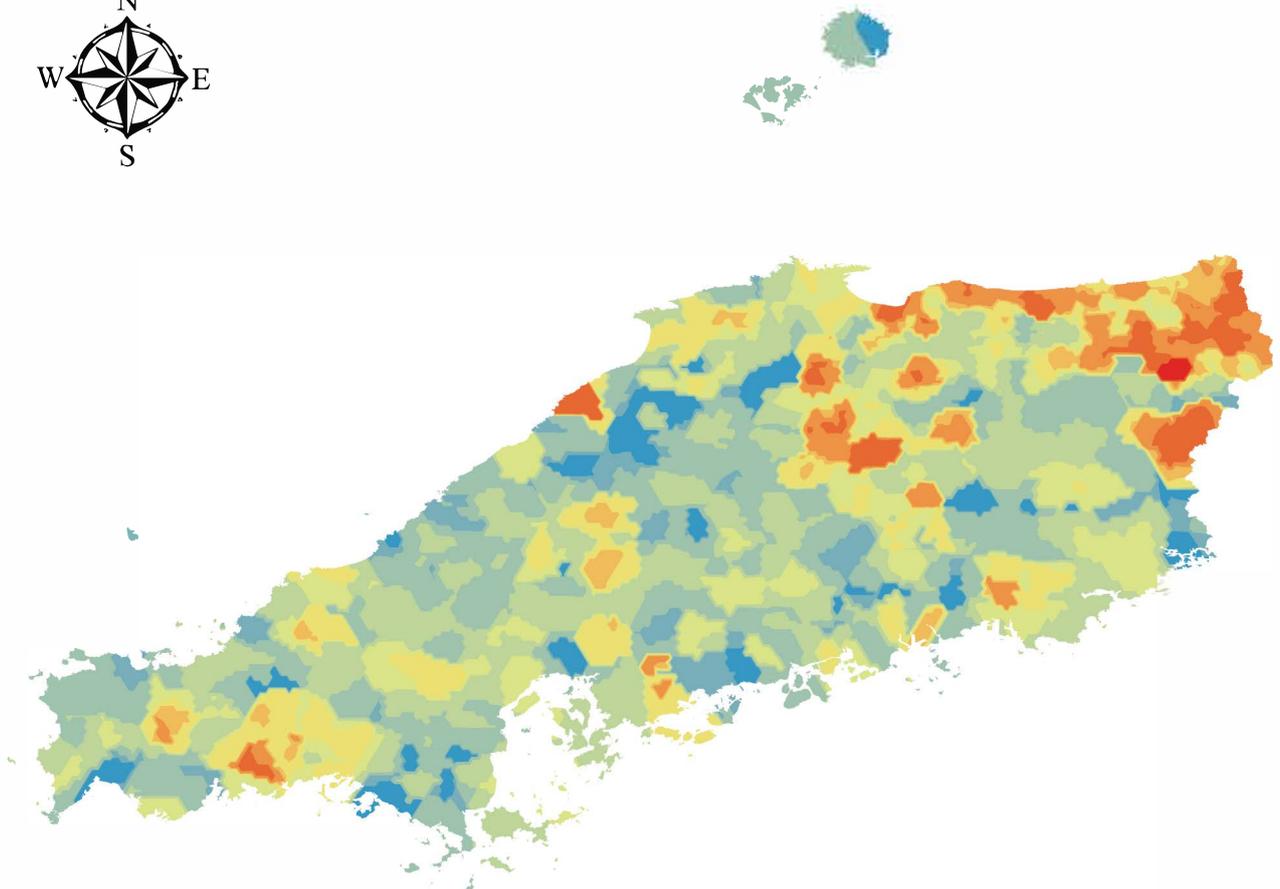
Cr<sup>3+</sup>\_RfD [%]

Count	690
Min	6.62E-06
Max	0.110
Mean	0.001
Std.Dev.	0.004
Skewness	23.240
Kurtosis	583.73
Median	5.00E-04

Cr<sup>3+</sup>\_RfD [%]



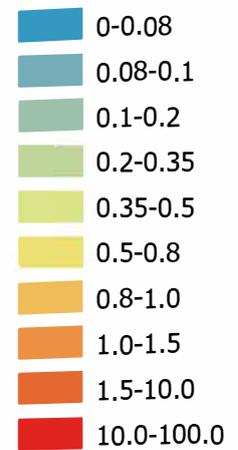
# Cr<sup>6+</sup>\_RfD



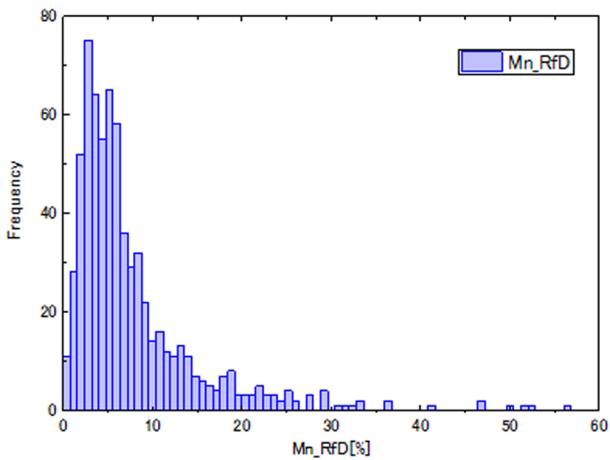
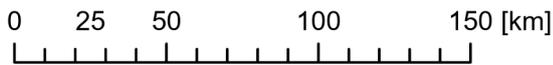
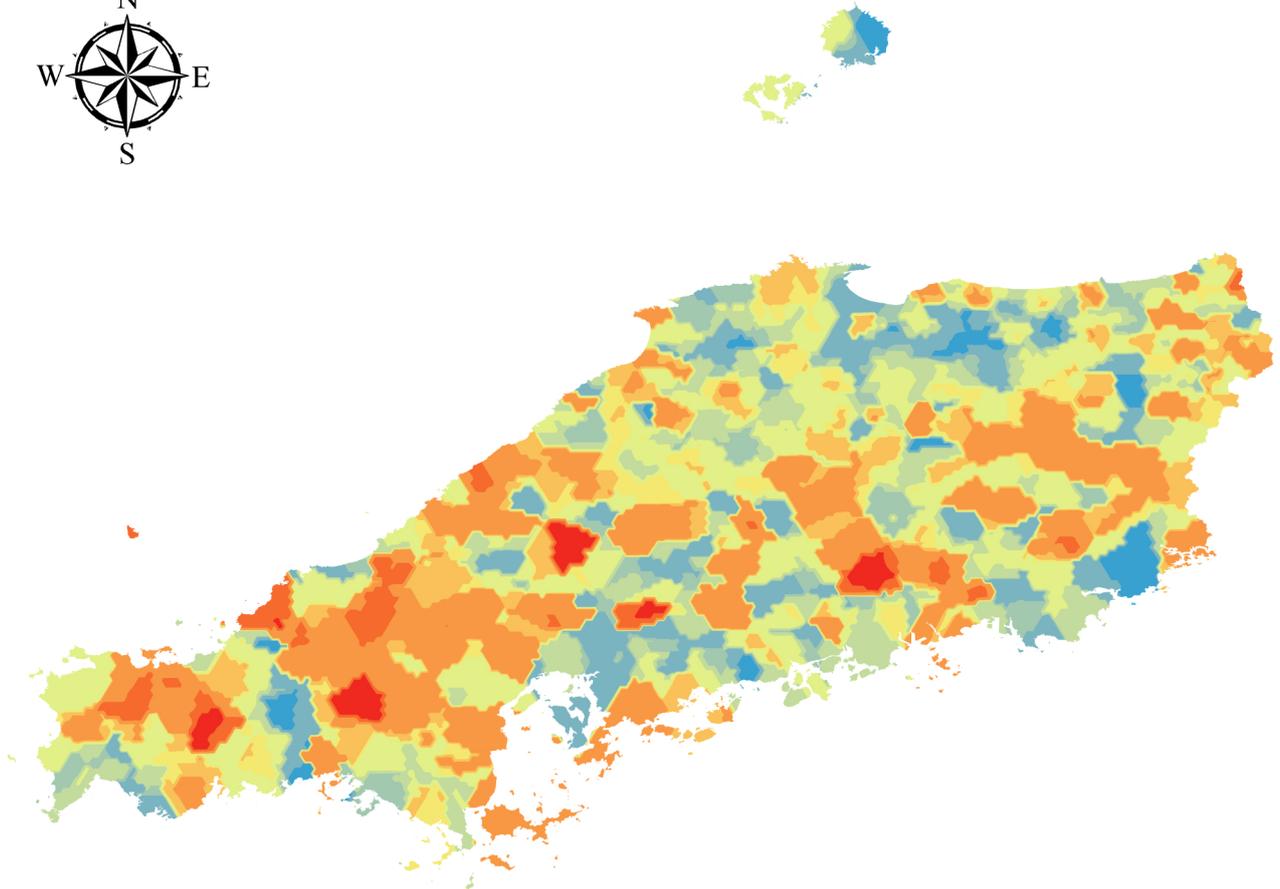
Cr<sup>6+</sup>\_RfD [%]

Count	690
Min	0.0033
Max	55.054
Mean	0.570
Std.Dev.	2.166
Skewness	23.240
Kurtosis	583.73
Median	0.250

Cr<sup>6+</sup>\_RfD [%]

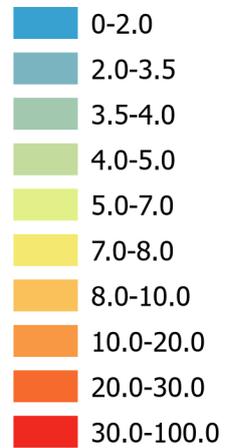


# Mn\_RfD

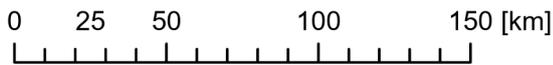
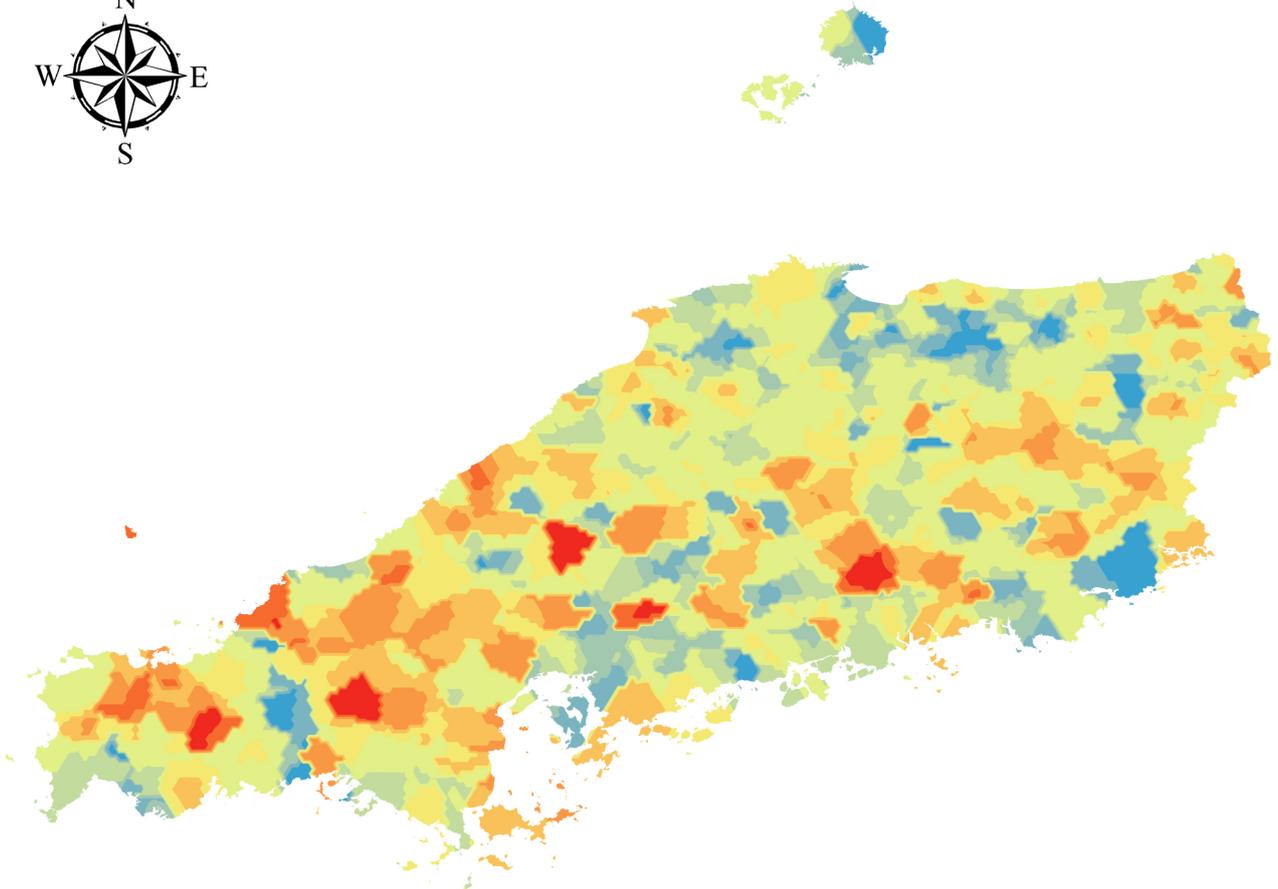


Mn_RfD[%]	
Count	690
Min	0.148
Max	56.637
Mean	7.825
Std.Dev.	7.482
Skewness	2.753
Kurtosis	10.46
Median	5.525

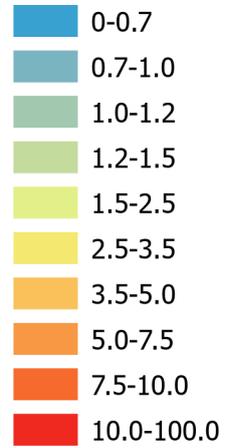
## Mn\_RfD [%]



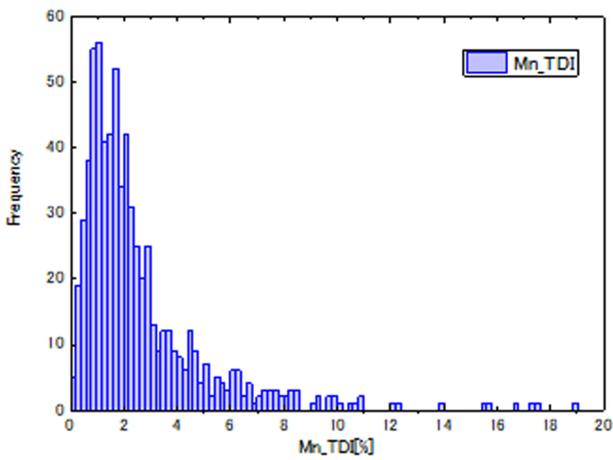
# Mn\_TDI



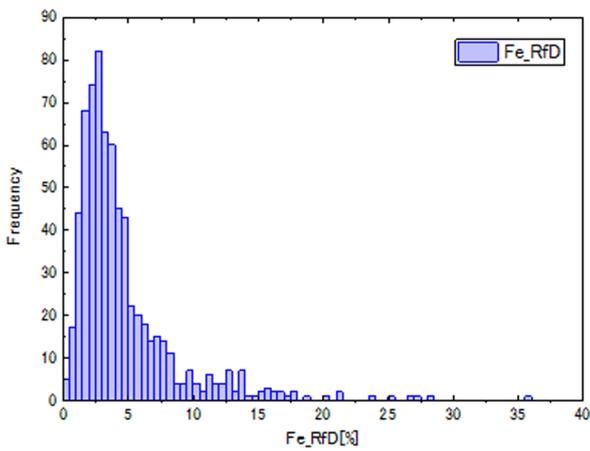
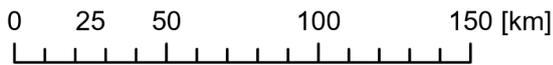
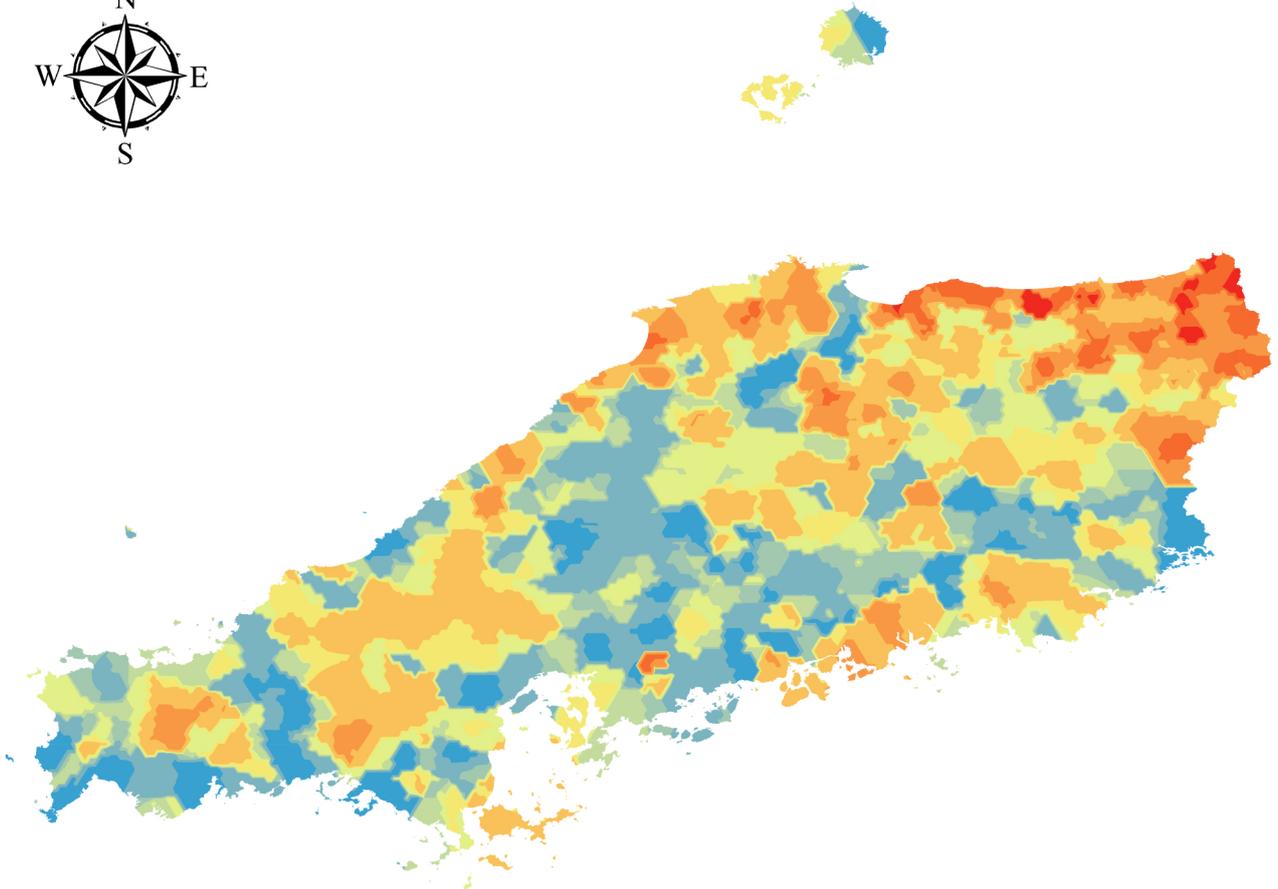
Mn\_TDI [%]



Mn_TDI[%]	
Count	690
Min	0.049
Max	18.879
Mean	2.608
Std.Dev.	2.494
Skewness	2.753
Kurtosis	10.46
Median	1.842

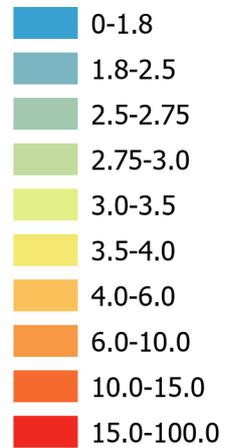


# Fe\_RfD

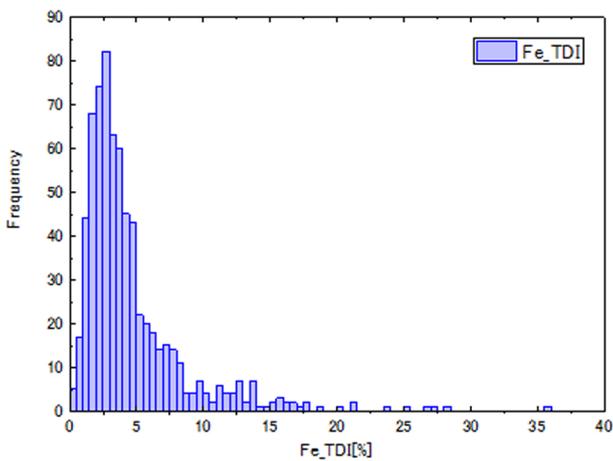
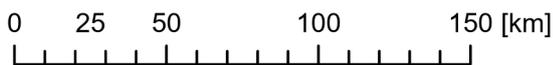
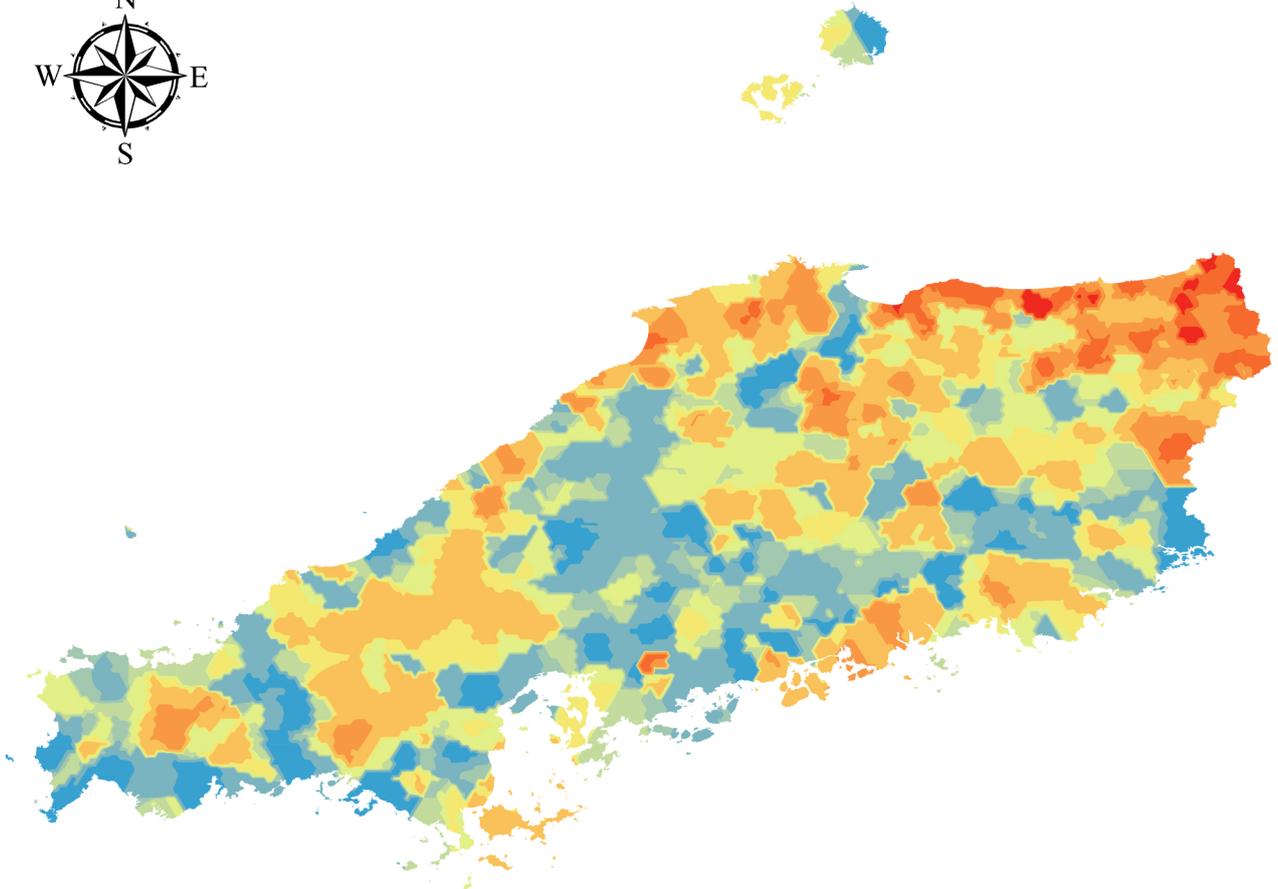


Fe_RfD[%]	
Count	690
Min	0.193
Max	35.581
Mean	4.649
Std.Dev.	4.067
Skewness	2.825
Kurtosis	11.42
Median	3.441

Fe\_RfD [%]

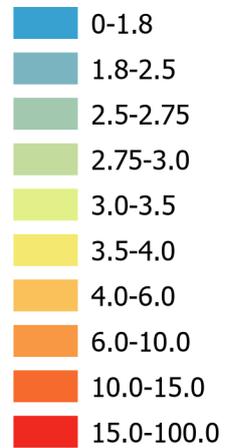


# Fe\_TDI

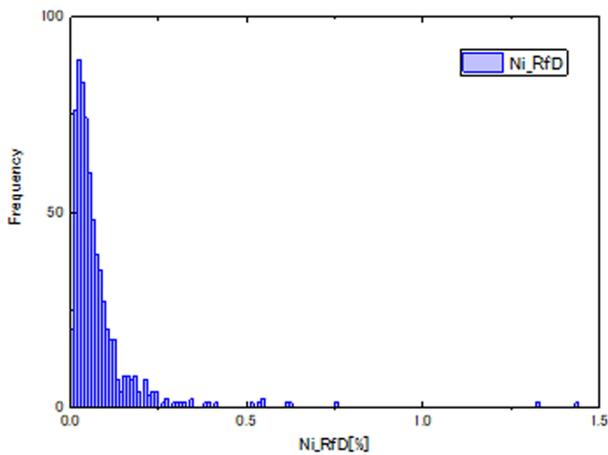
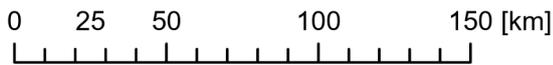
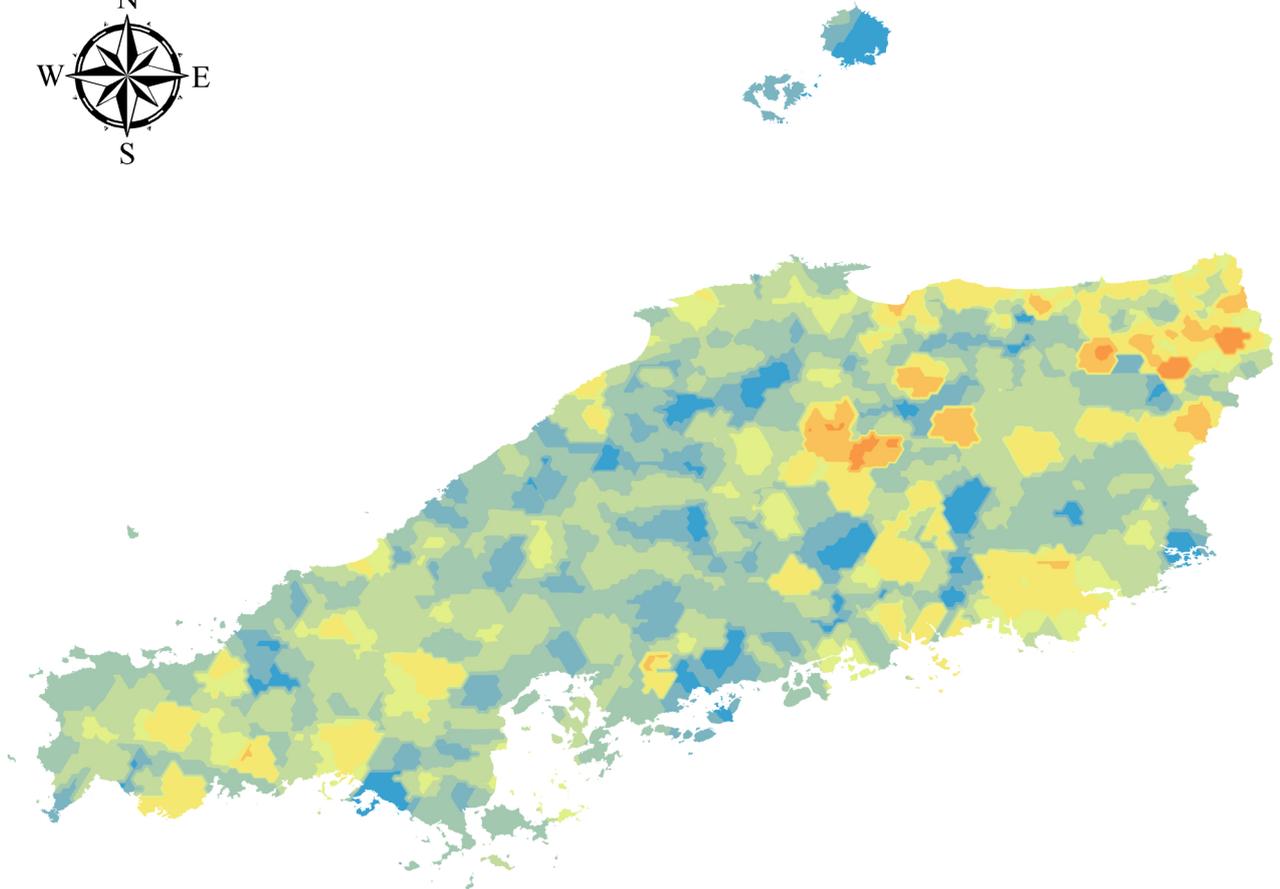


Fe_TDI [%]	
Count	690
Min	0.193
Max	35.581
Mean	4.649
Std.Dev.	4.067
Skewness	2.825
Kurtosis	11.42
Median	3.441

Fe\_TDI [%]



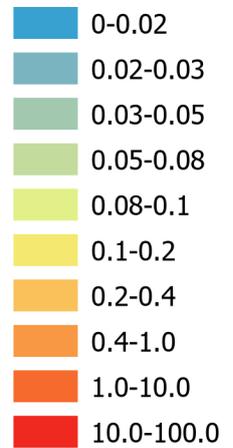
# Ni\_RfD



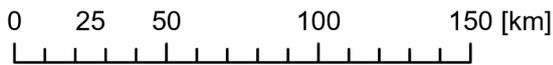
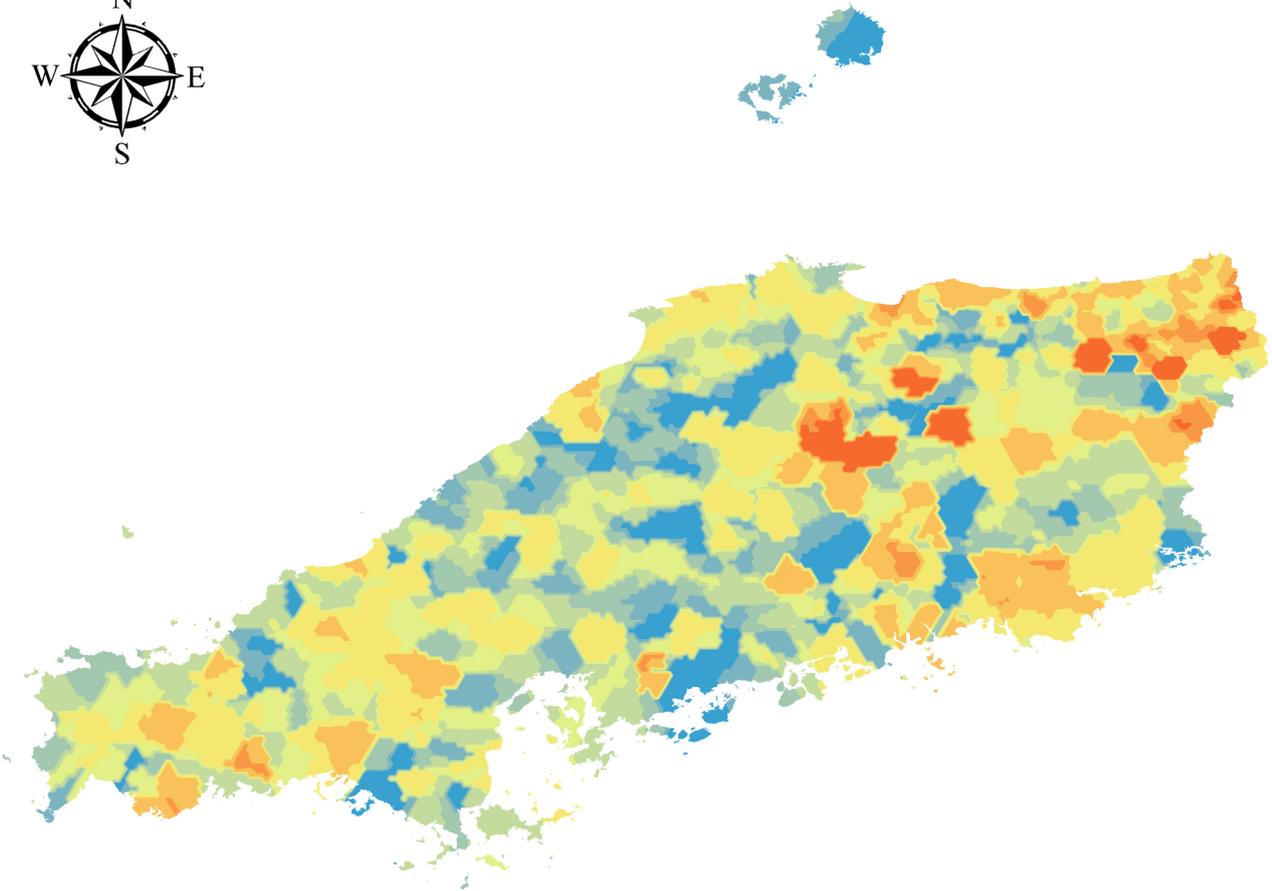
## Ni\_RfD [%]

Count	690
Min	0.003
Max	1.430
Mean	0.077
Std.Dev.	0.107
Skewness	6.845
Kurtosis	69.58
Median	0.051

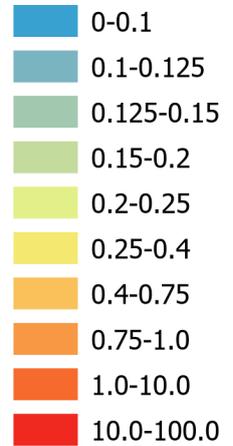
## Ni\_RfD [%]



# Ni\_TDI

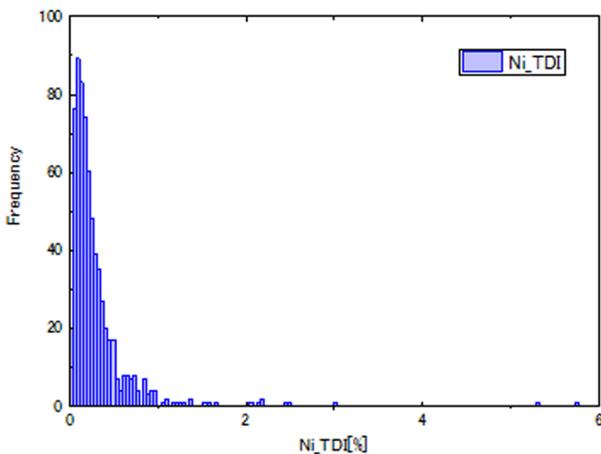


Ni\_TDI [%]

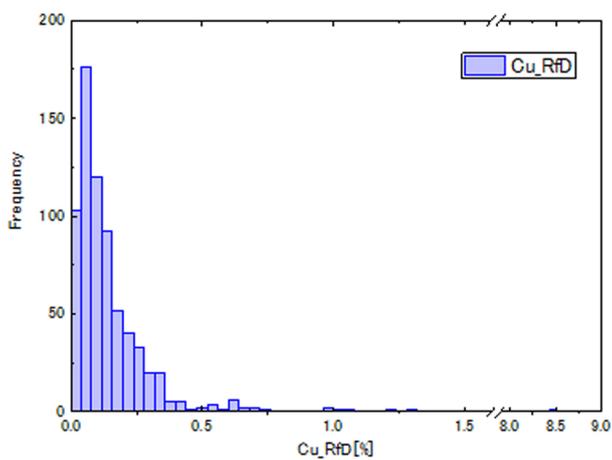
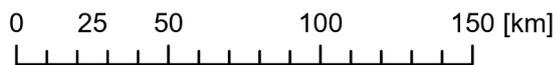
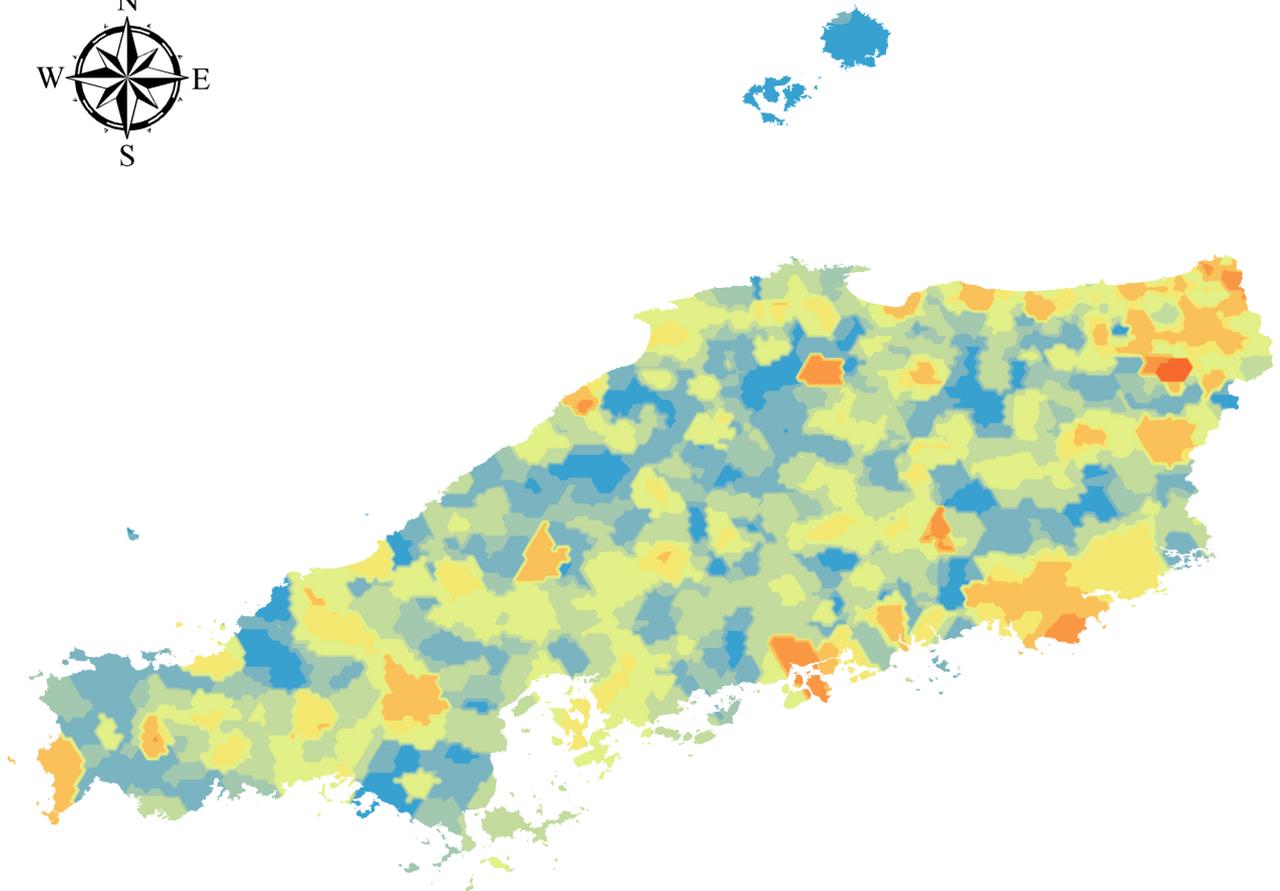


Ni\_TDI[%]

Count	690
Min	0.013
Max	5.722
Mean	0.309
Std.Dev.	0.426
Skewness	6.845
Kurtosis	69.58
Median	0.205

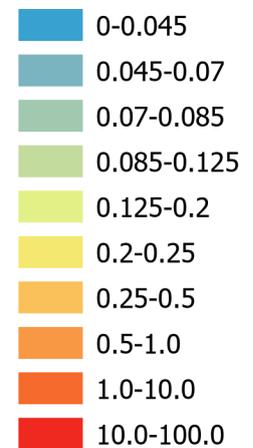


# Cu\_RfD

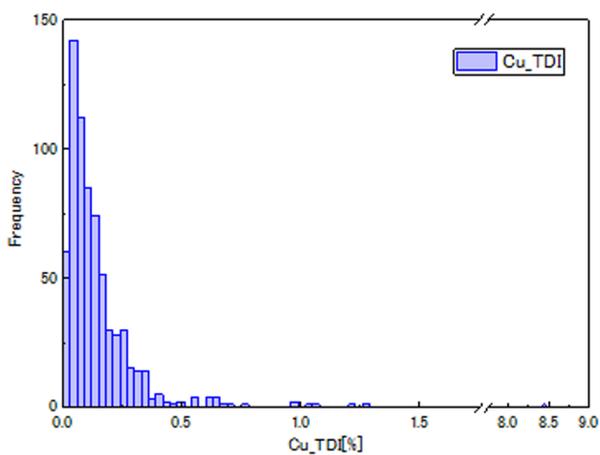
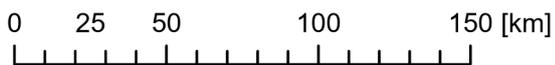
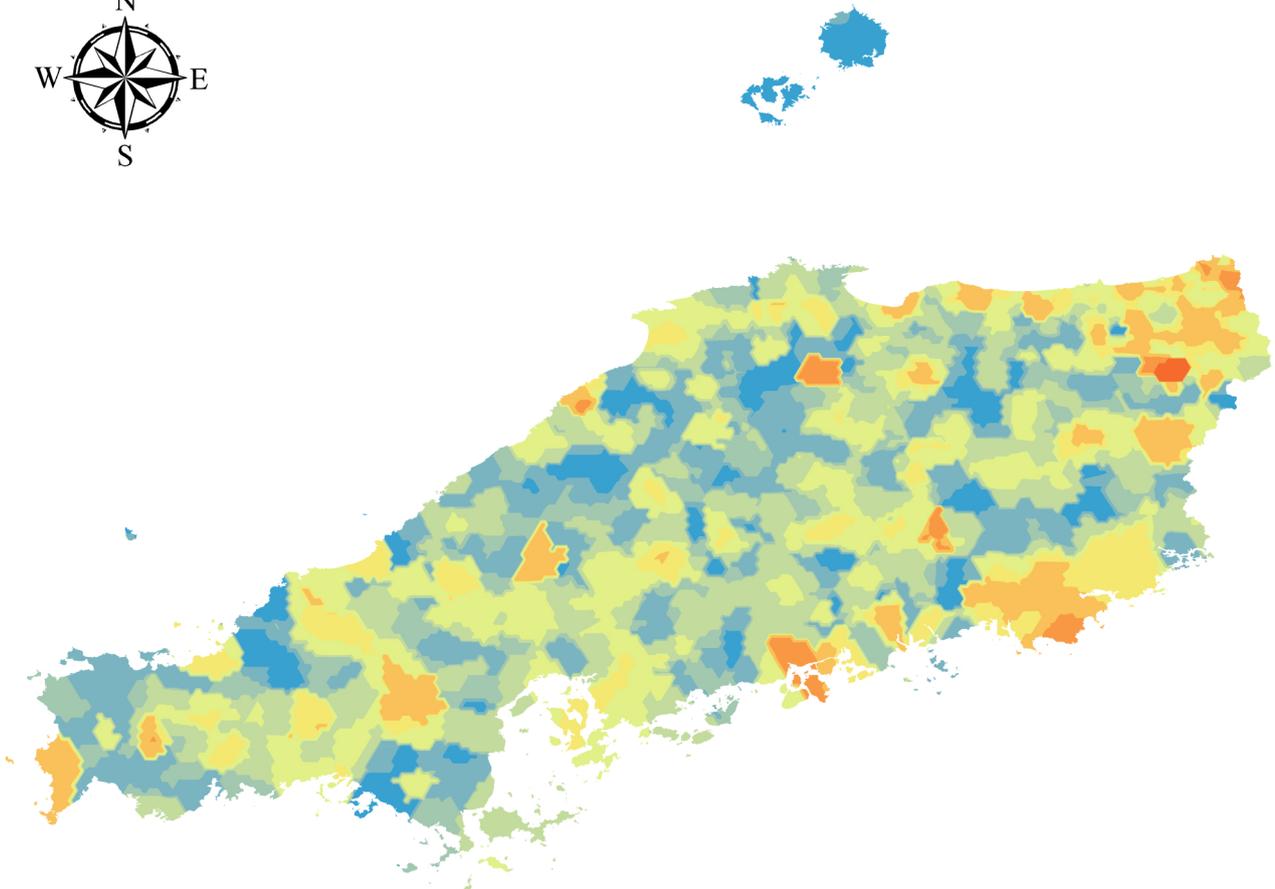


Cu_RfD[%]	
Count	690
Min	0.004
Max	8.445
Mean	0.154
Std.Dev.	0.349
Skewness	19.811
Kurtosis	465.78
Median	0.098

## Cu\_RfD [%]



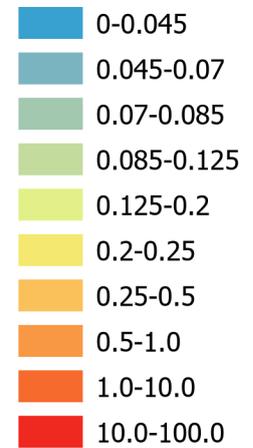
# Cu\_TDI



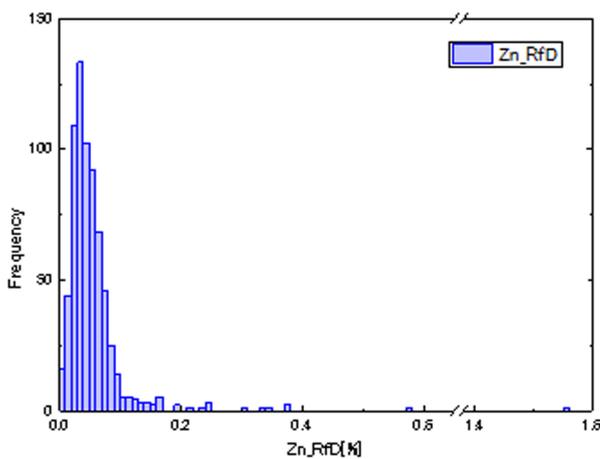
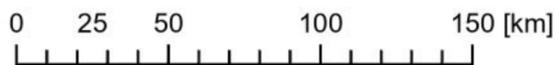
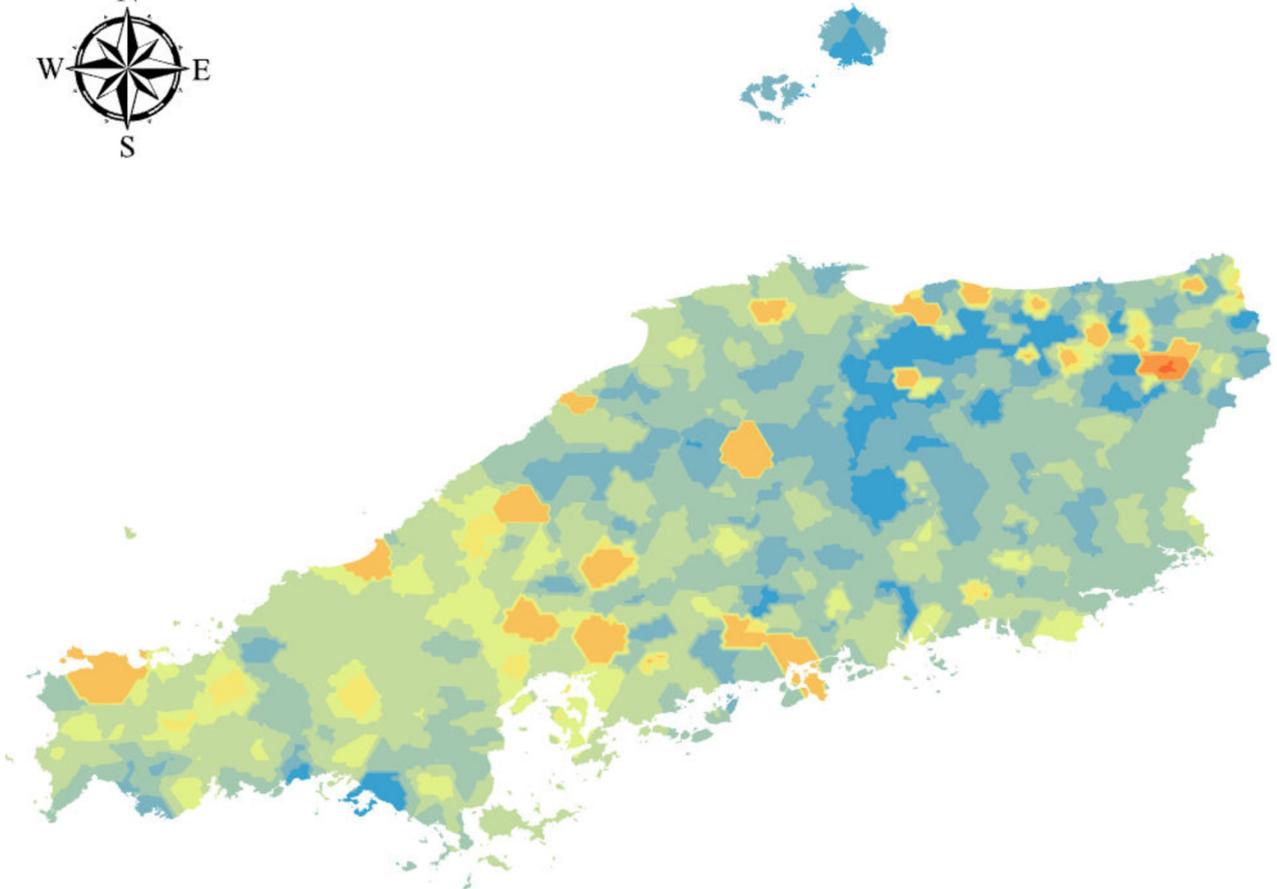
Cu\_TDI [%]

Count	690
Min	0.004
Max	8.445
Mean	0.154
Std.Dev.	0.349
Skewness	19.811
Kurtosis	465.78
Median	0.098

Cu\_TDI [%]



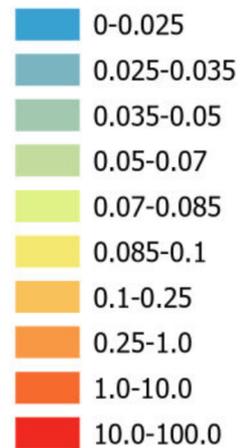
# Zn\_RfD



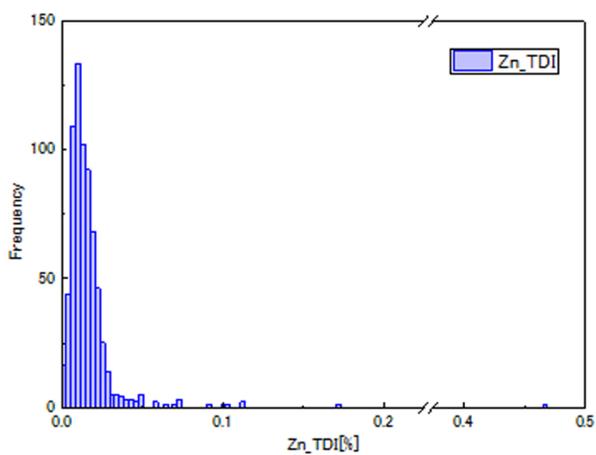
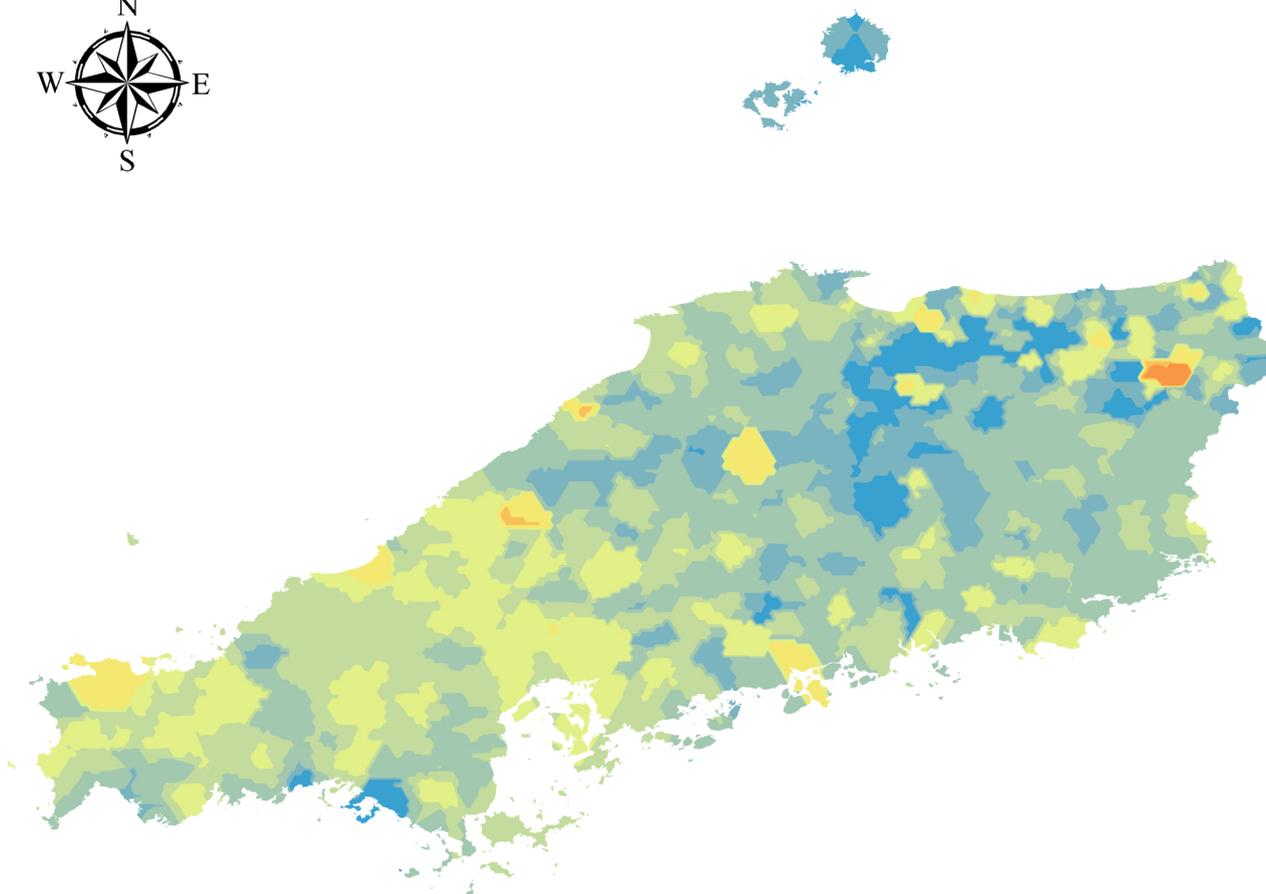
Zn\_RfD [%]

Count	690
Min	0.004
Max	1.557
Mean	0.055
Std.Dev.	0.073
Skewness	13.854
Kurtosis	265.61
Median	0.044

Zn\_RfD [%]



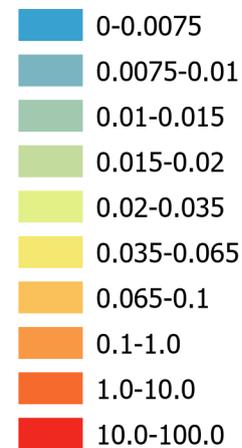
# Zn\_TDI



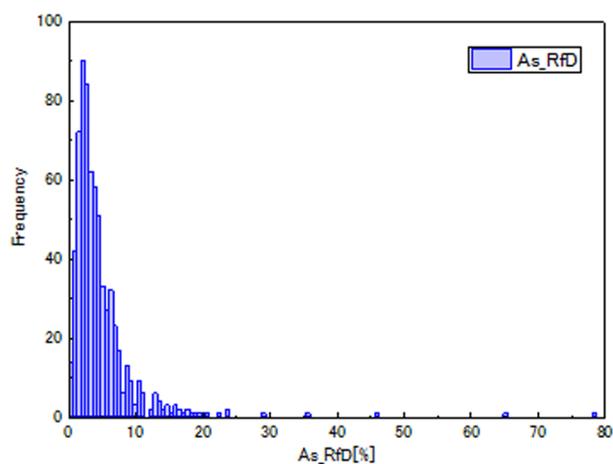
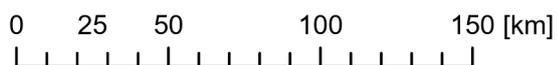
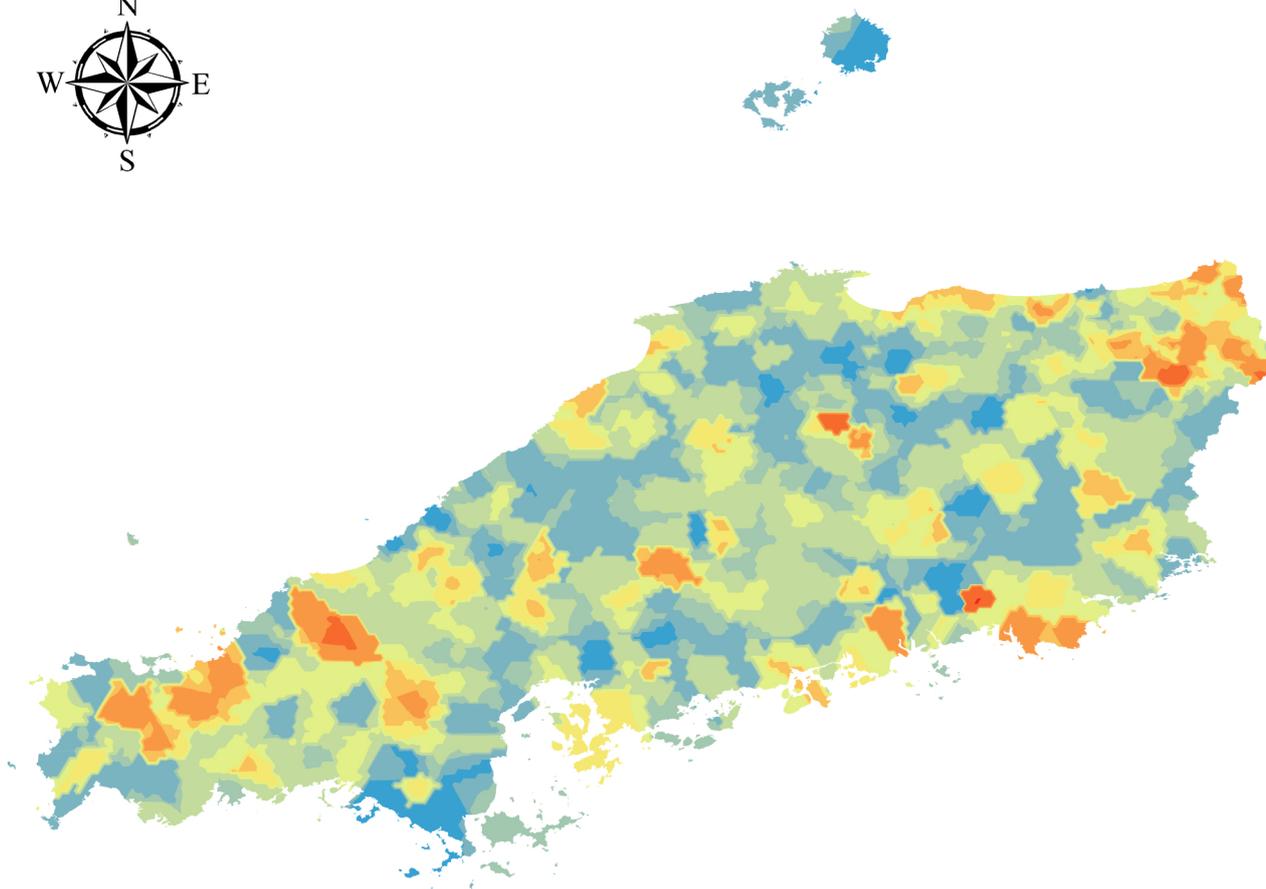
Zn\_TDI [%]

Count	690
Min	0.001
Max	0.467
Mean	0.017
Std.Dev.	0.022
Skewness	13.854
Kurtosis	265.61
Median	0.013

Zn\_TDI [%]

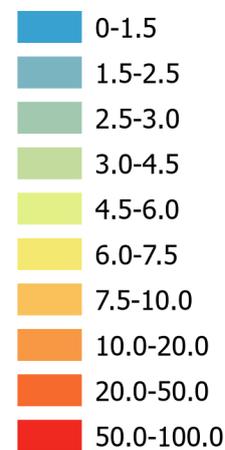


# As\_RfD

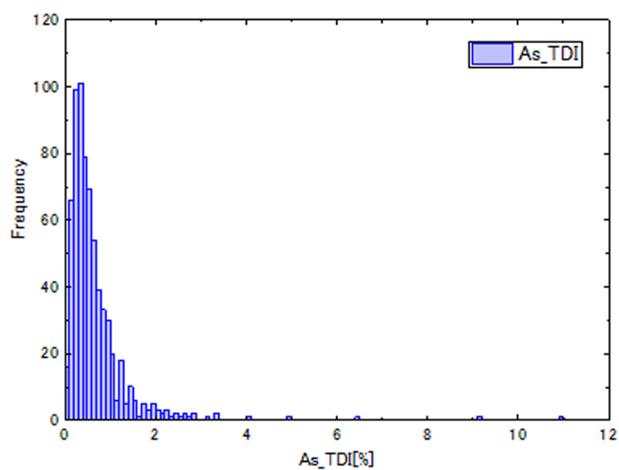
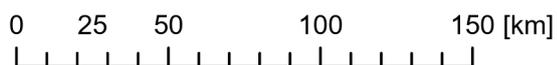
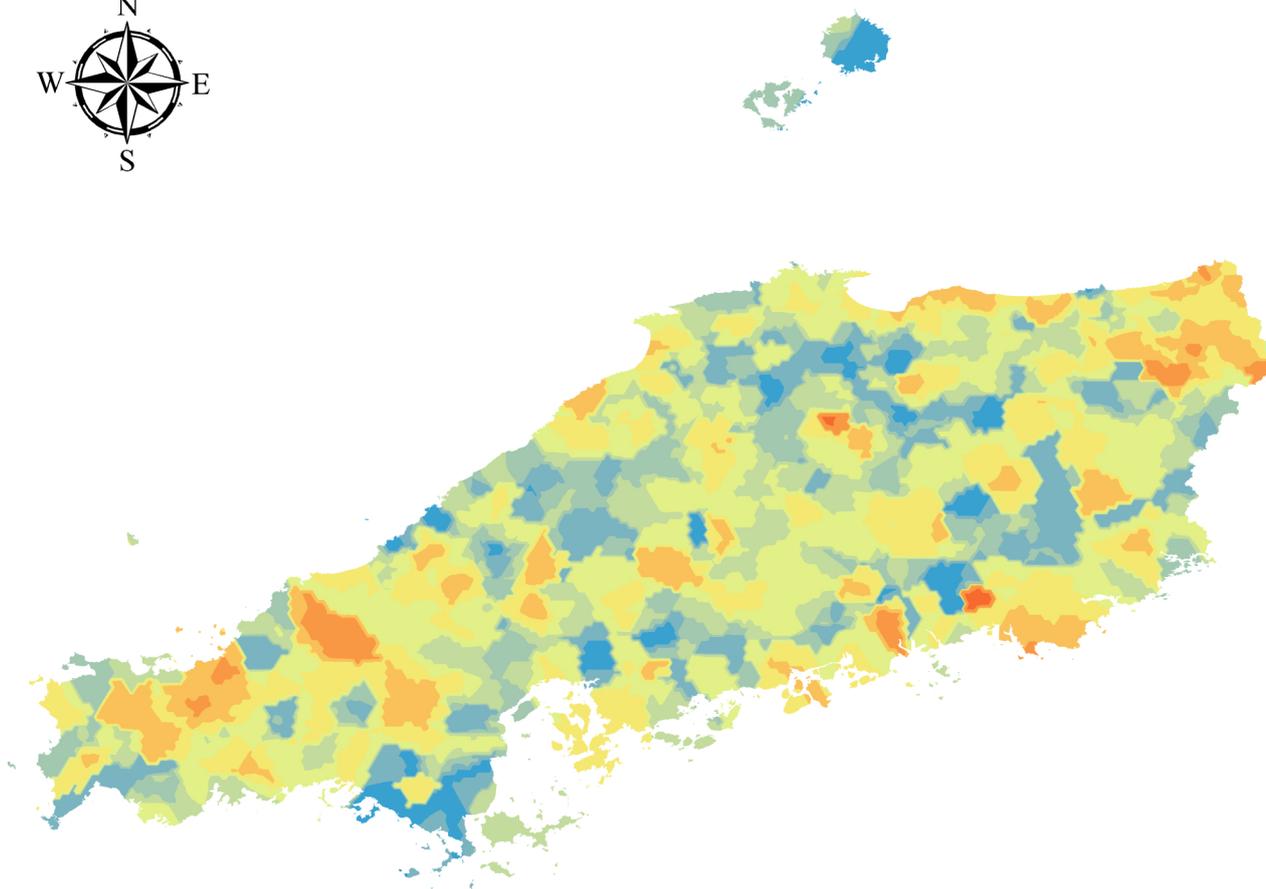


As_RfD[%]	
Count	690
Min	0.148
Max	78.320
Mean	4.736
Std.Dev.	5.546
Skewness	6.783
Kurtosis	71.18
Median	3.439

As\_RfD [%]

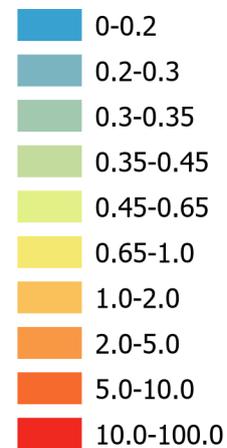


# As\_TDI

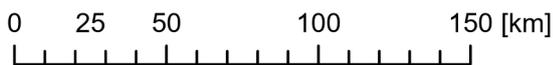
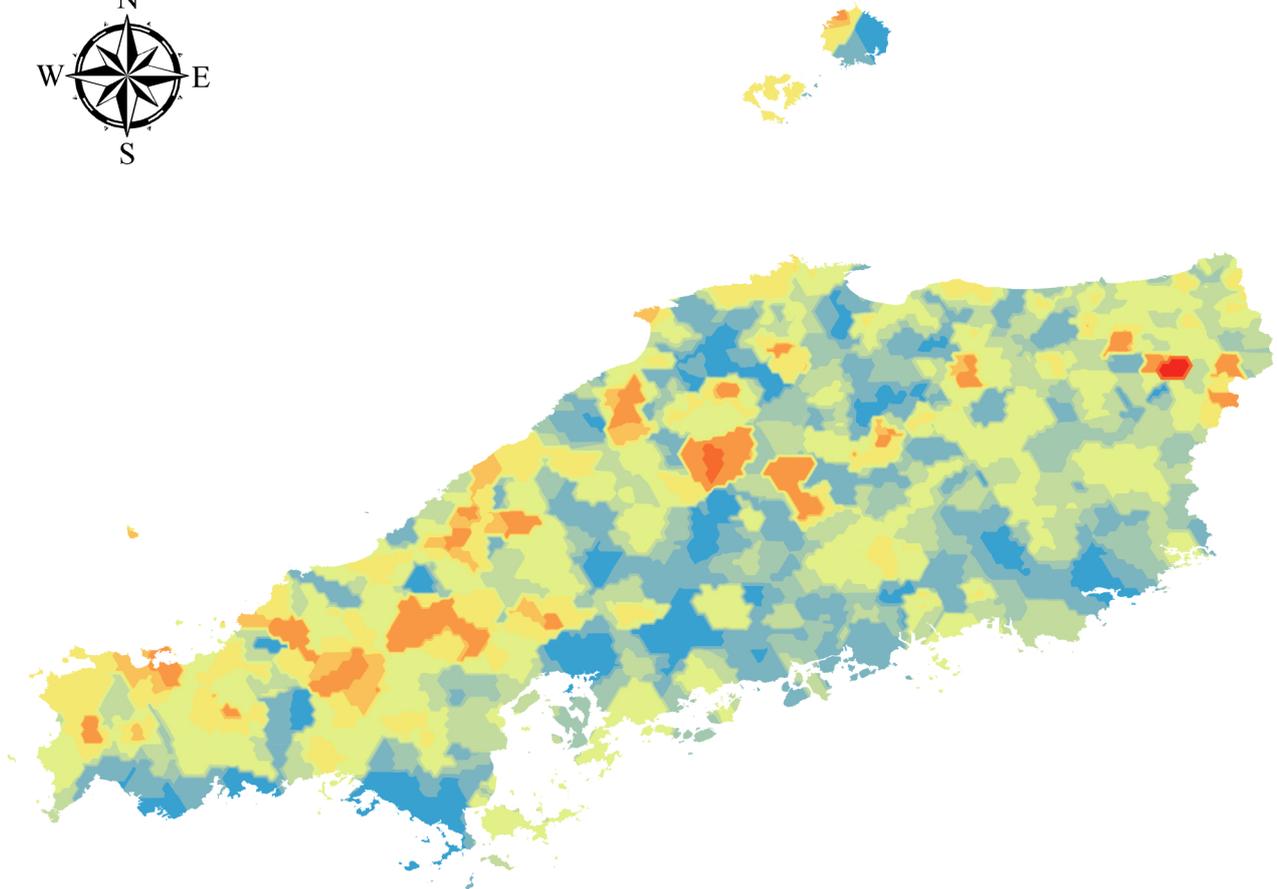


As_TDI [%]	
Count	690
Min	0.021
Max	10.965
Mean	0.663
Std.Dev.	0.776
Skewness	6.783
Kurtosis	71.18
Median	0.482

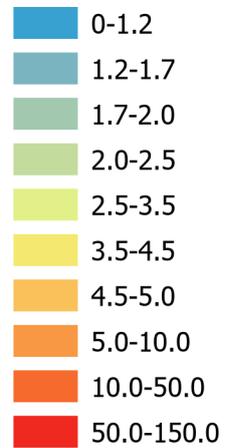
As\_TDI [%]



# Se\_RfD

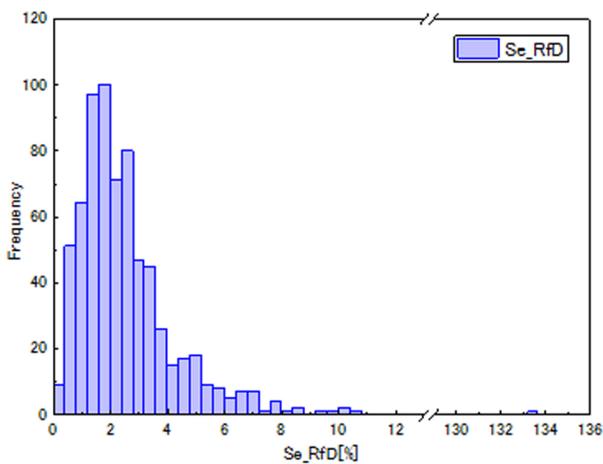


Se\_RfD [%]

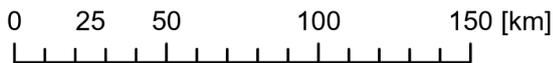
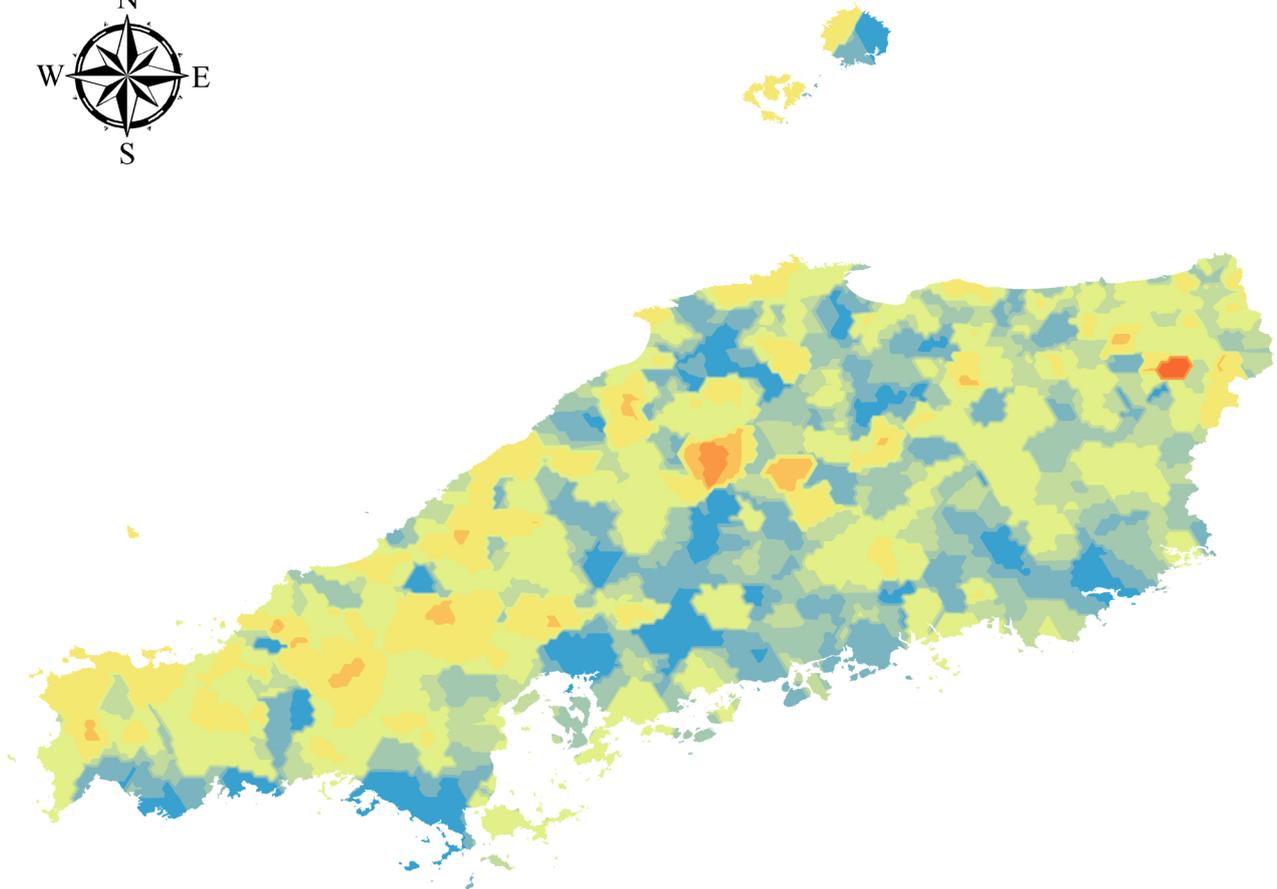


Se\_RfD[%]

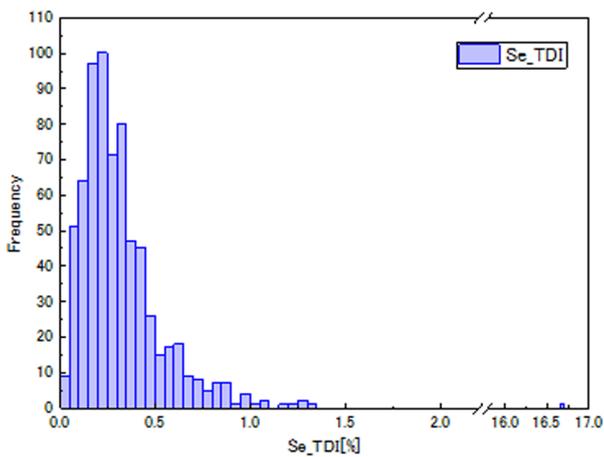
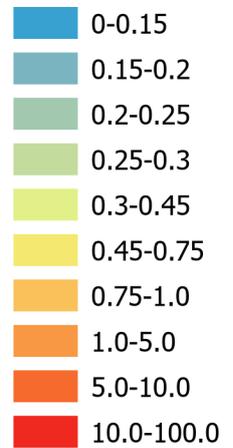
Count	690
Min	0.085
Max	133.355
Mean	2.712
Std.Dev.	5.248
Skewness	22.500
Kurtosis	559.43
Median	2.143



# Se\_TDI



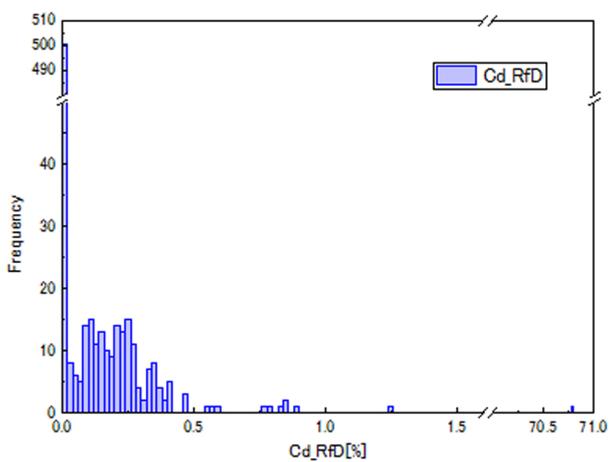
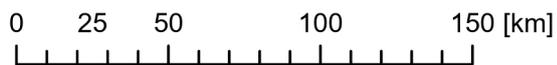
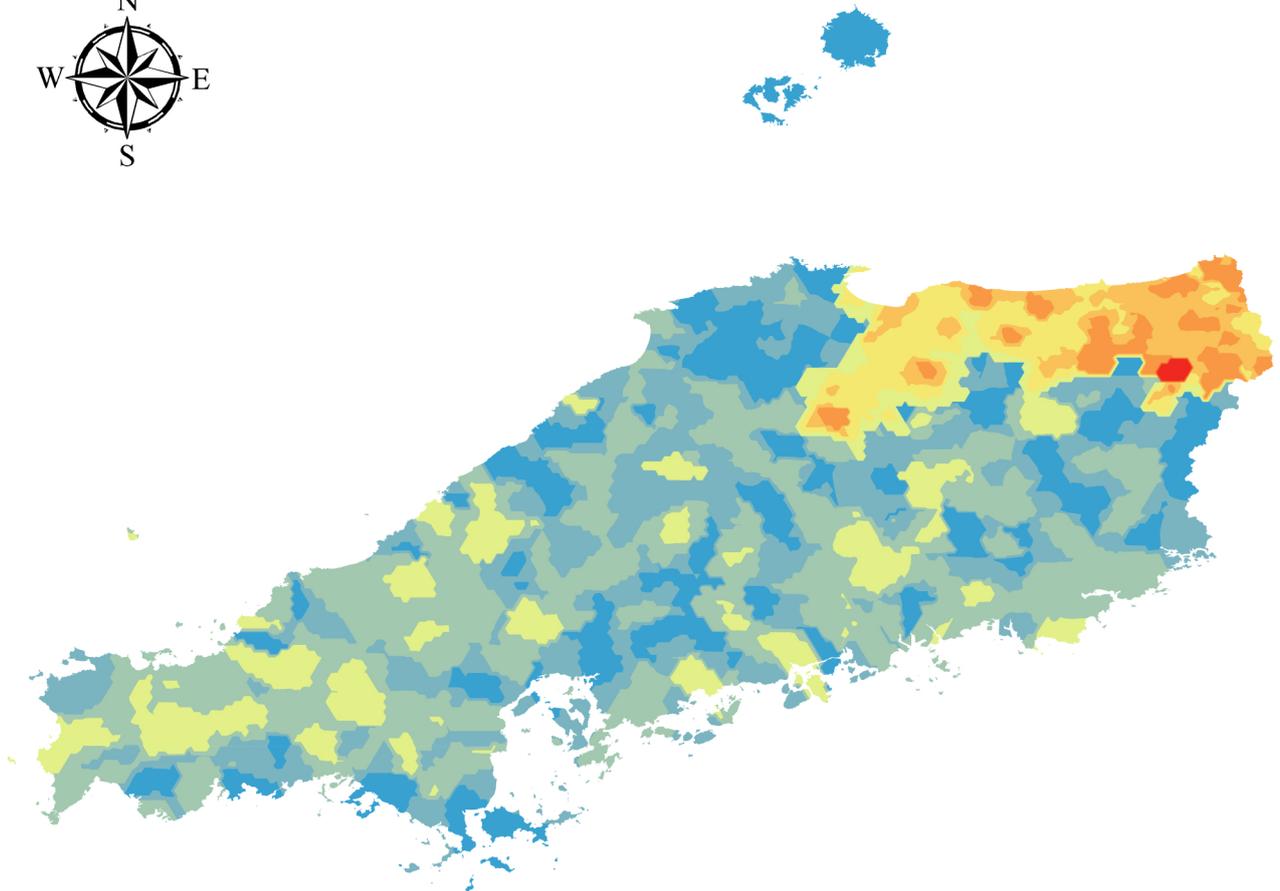
Se\_TDI [%]



Se\_TDI[%]

Count	690
Min	0.011
Max	16.669
Mean	0.339
Std.Dev.	0.656
Skewness	22.500
Kurtosis	559.43
Median	0.268

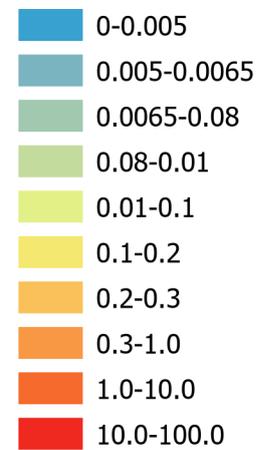
# Cd\_RfD



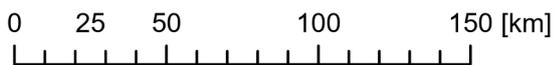
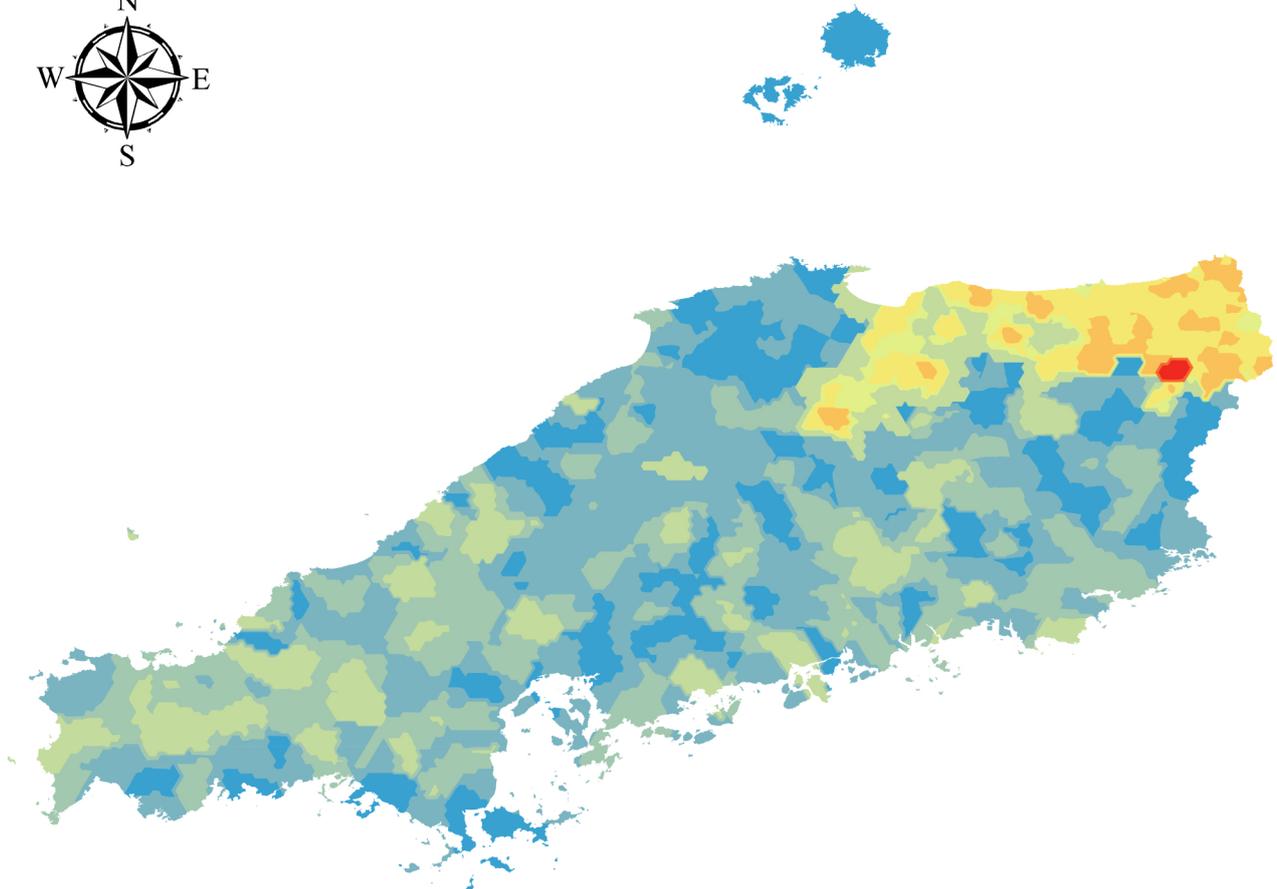
## Cd\_RfD [%]

Count	690
Min	0.002
Max	70.787
Mean	0.171
Std.Dev.	2.696
Skewness	26.169
Kurtosis	686.51
Median	0.008

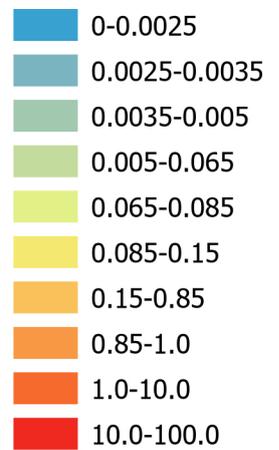
## Cd\_RfD [%]



# Cd\_TDI

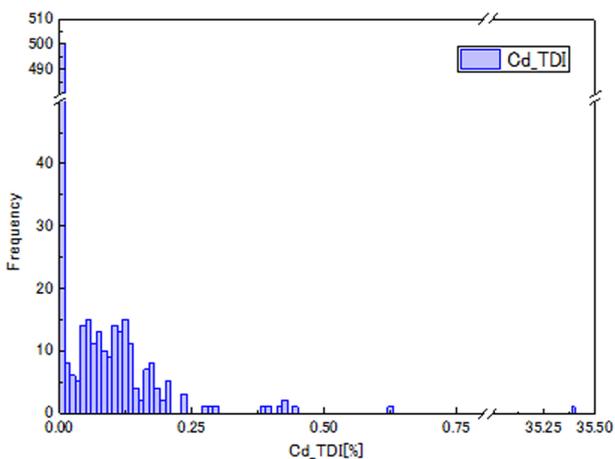


Cd\_TDI [%]

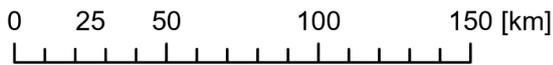
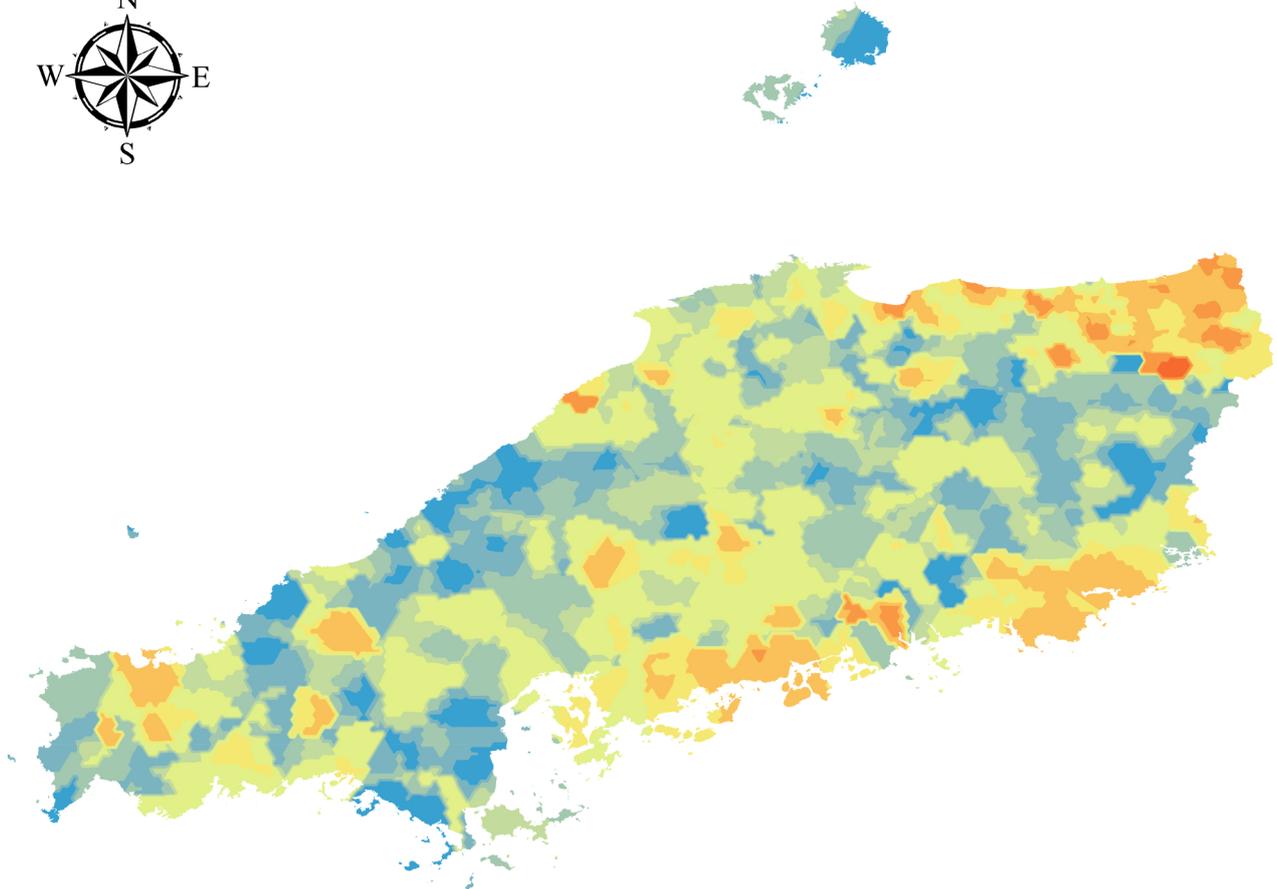


Cd\_TDI [%]

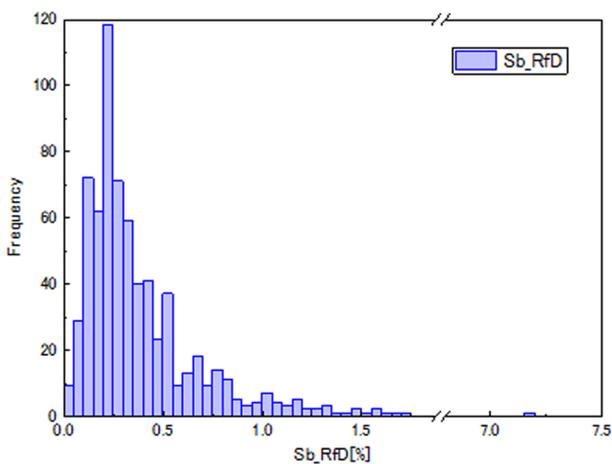
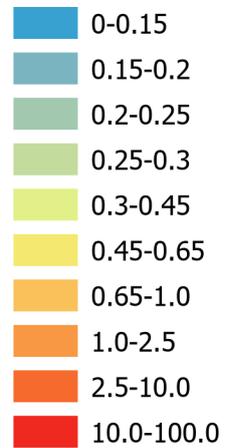
Count	690
Min	8.20E-04
Max	35.393
Mean	0.086
Std.Dev.	1.348
Skewness	26.169
Kurtosis	686.51
Median	0.004



# Sb\_RfD



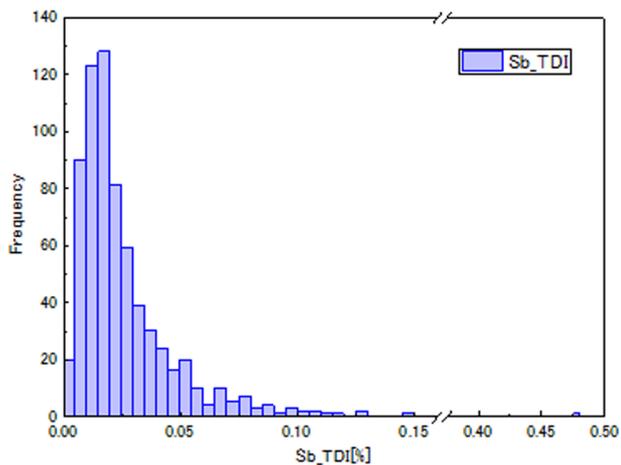
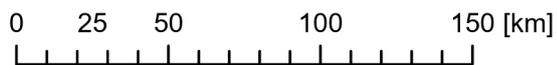
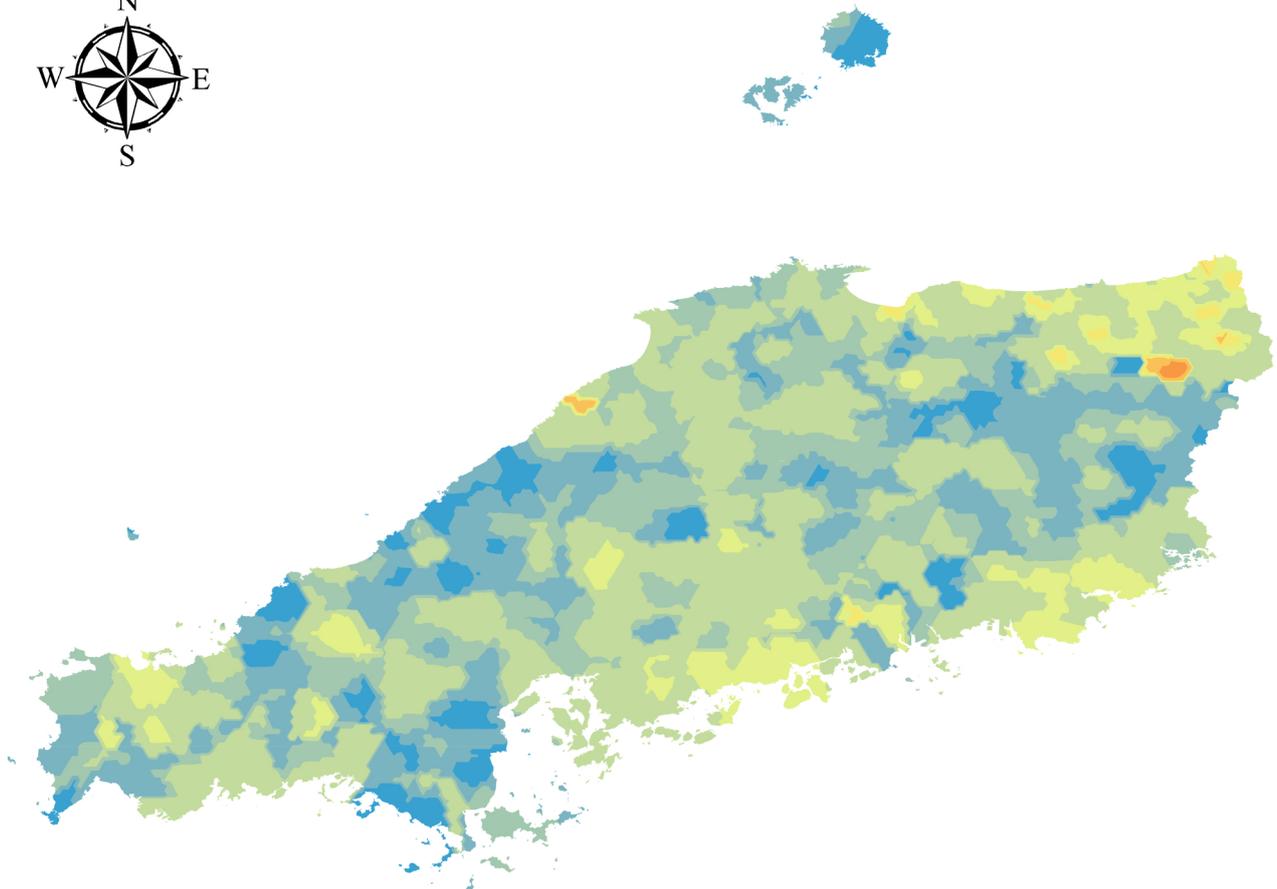
Sb\_RfD [%]



Sb\_RfD[%]

Count	690
Min	0.0224
Max	7.191
Mean	0.406
Std.Dev.	0.429
Skewness	7.143
Kurtosis	94.62
Median	0.287

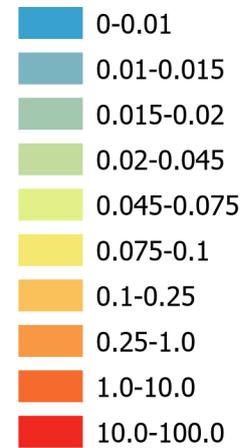
# Sb\_TDI



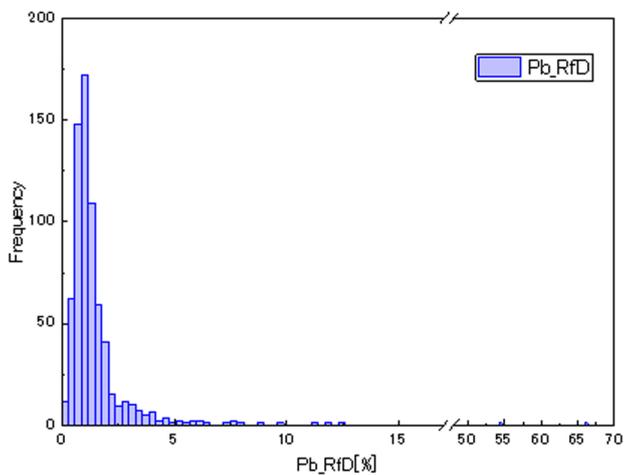
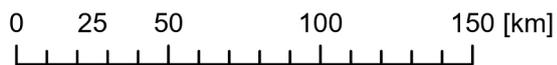
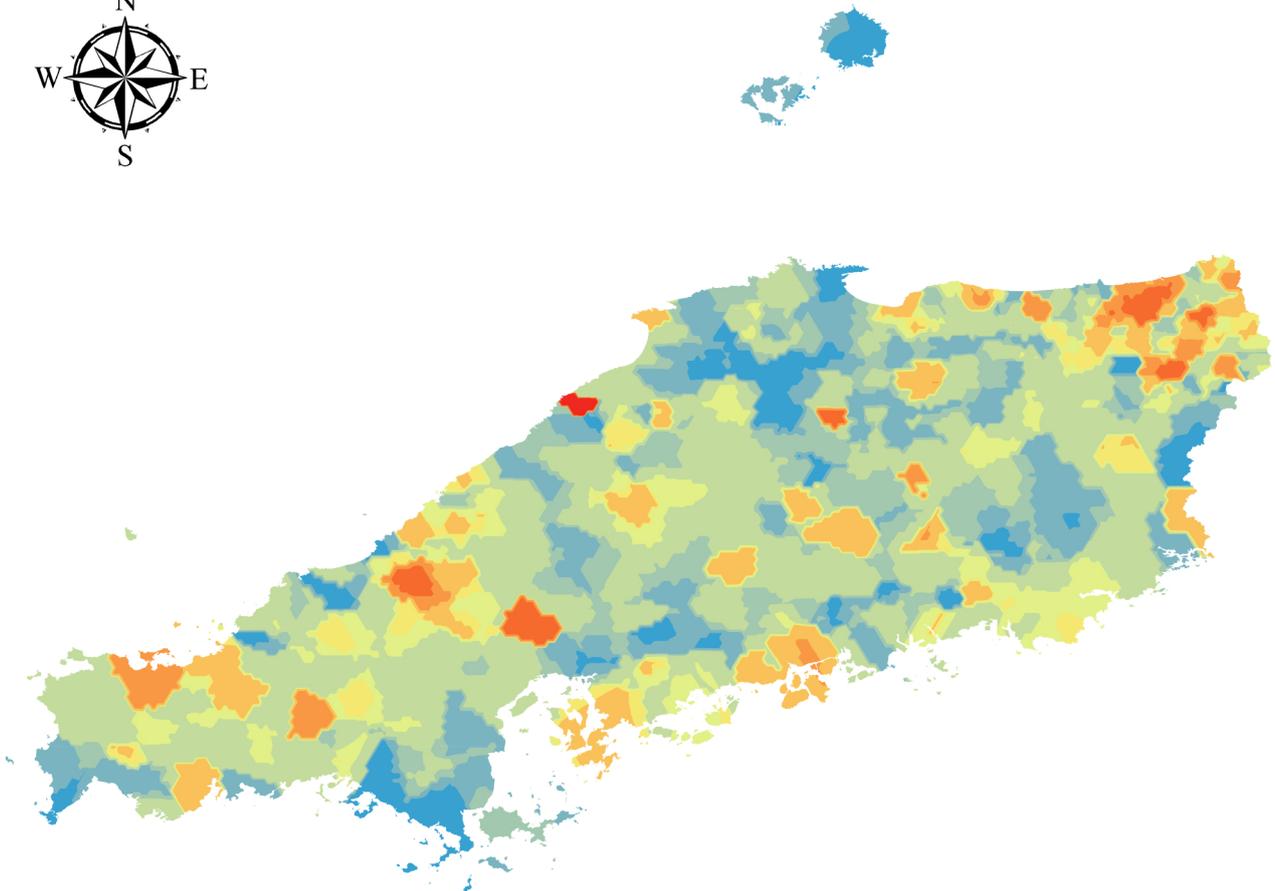
## Sb\_TDI [%]

Count	690
Min	0.0015
Max	0.479
Mean	0.027
Std.Dev.	0.029
Skewness	7.143
Kurtosis	94.62
Median	0.019

## Sb\_TDI [%]

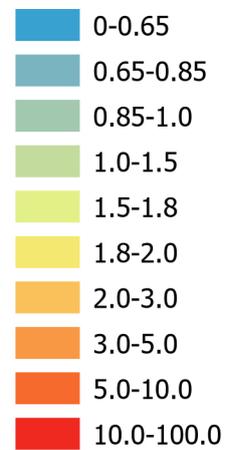


# Pb\_RfD

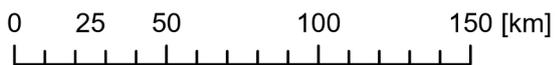
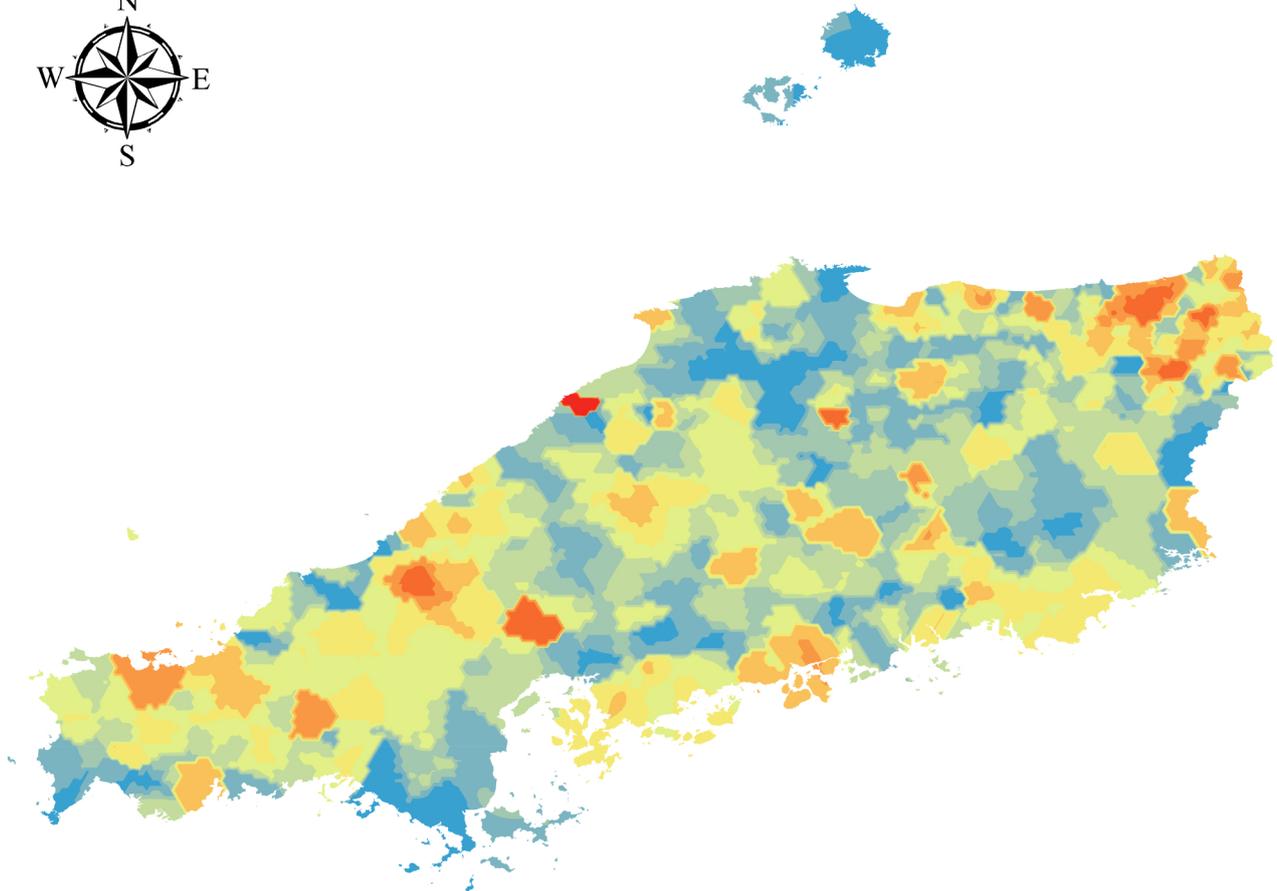


Pb_RfD[%]	
Count	690
Min	0.111
Max	66.015
Mean	1.608
Std.Dev.	3.431
Skewness	15.111
Kurtosis	260.80
Median	1.097

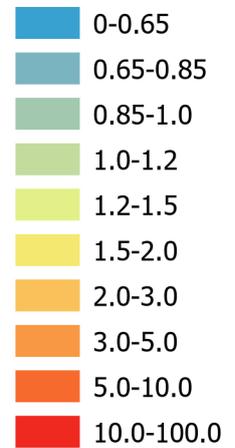
Pb\_RfD [%]



# Pb\_TDI

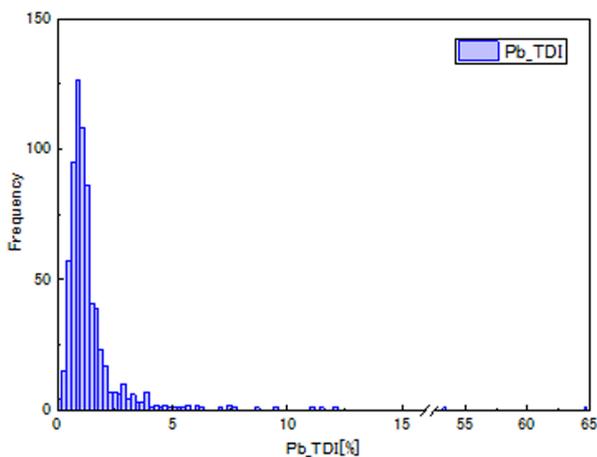


Pb\_TDI [%]

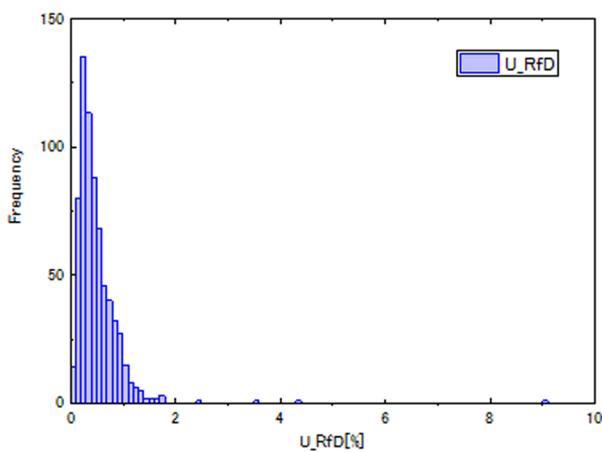
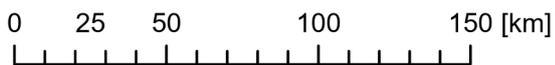
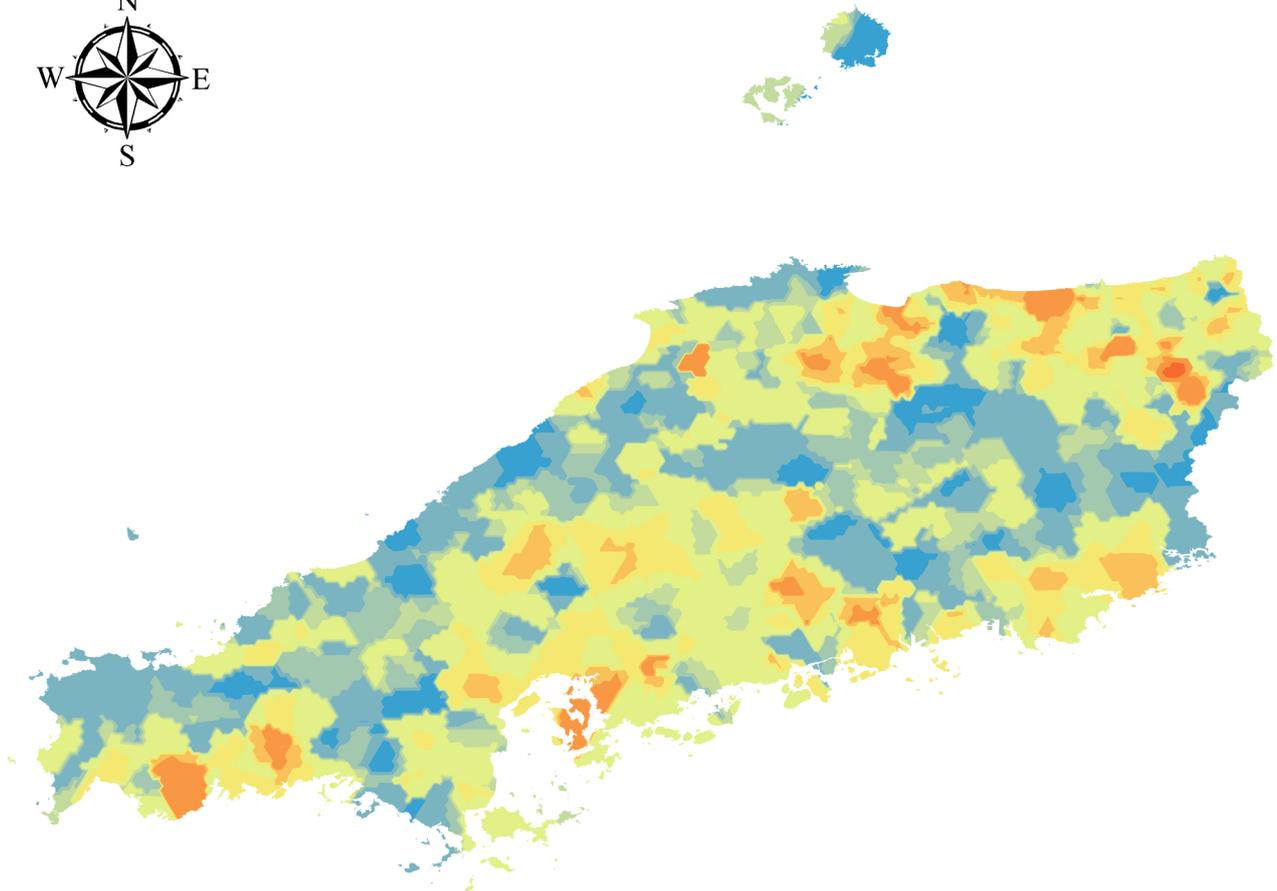


Pb\_TDI[%]

Count	690
Min	0.109
Max	64.695
Mean	1.576
Std.Dev.	3.363
Skewness	15.111
Kurtosis	260.80
Median	1.075



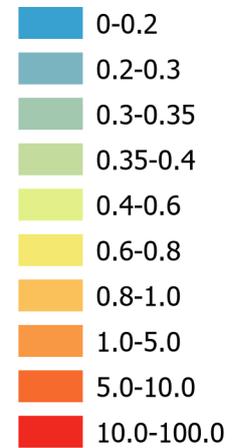
# U\_RfD



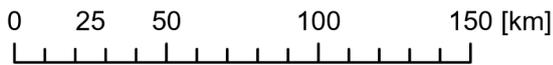
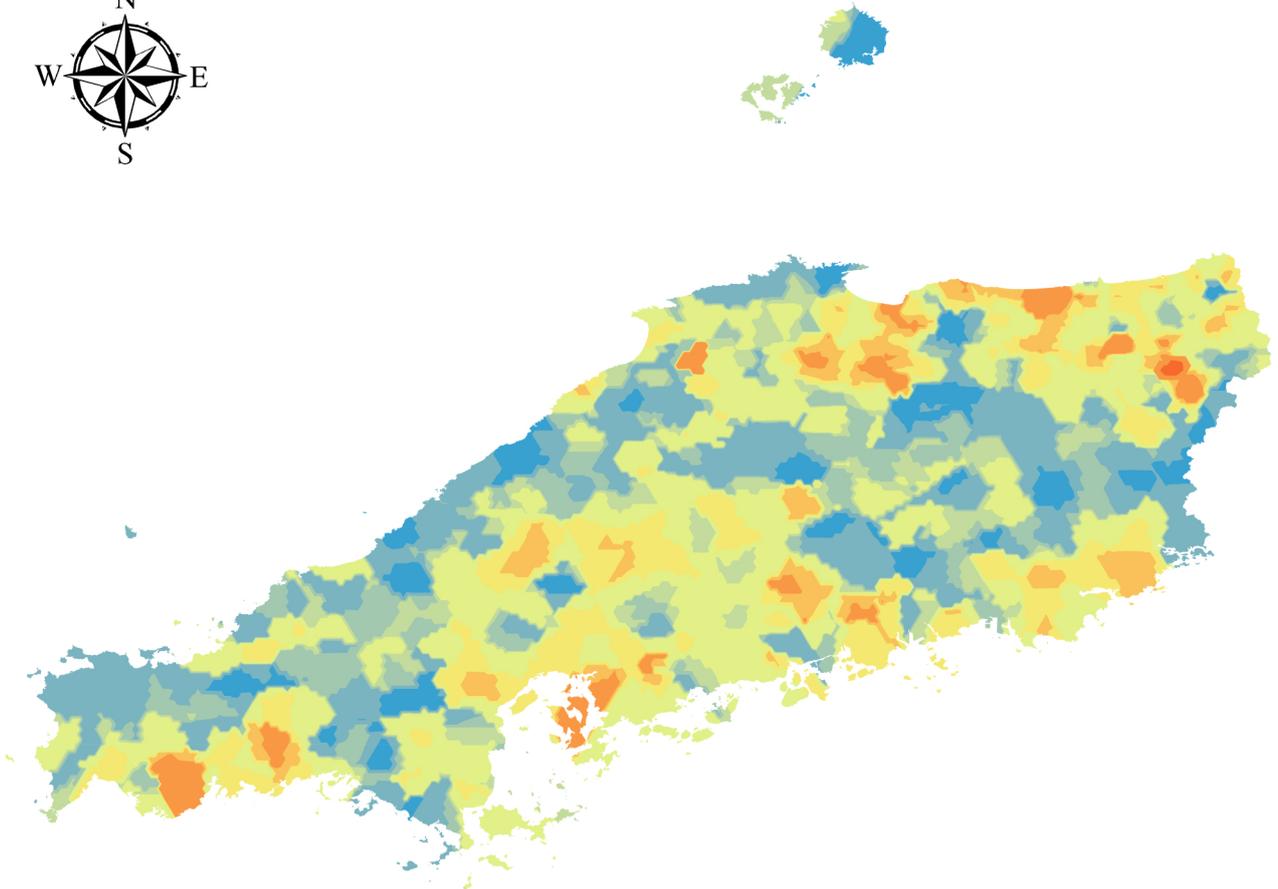
U\_RfD [%]

Count	690
Min	0.018
Max	9.058
Mean	0.504
Std.Dev.	0.487
Skewness	9.303
Kurtosis	145.25
Median	0.402

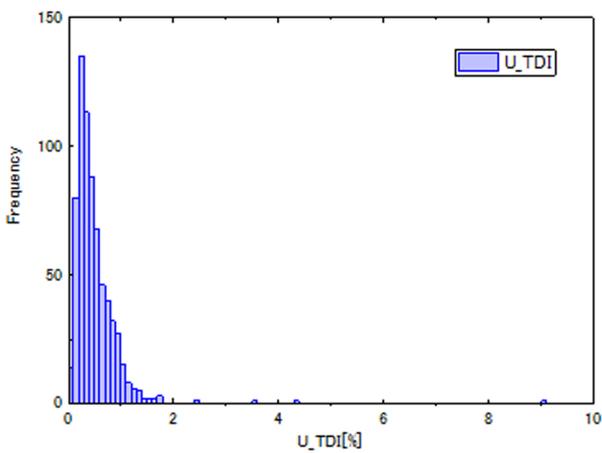
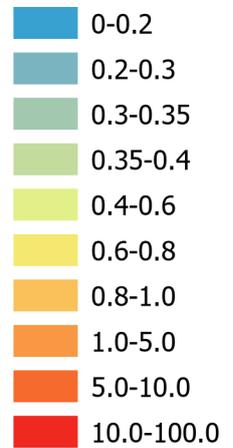
U\_RfD [%]



# U\_TDI



U\_TDI [%]



U\_TDI[%]

Count	690
Min	0.018
Max	9.058
Mean	0.504
Std.Dev.	0.487
Skewness	9.303
Kurtosis	145.25
Median	0.402

---

令和6年12月13日発行

著作権所有・発行者

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央事業所7群

<https://www.gsj.jp/inquiries/index.html>

AIST24-G11205

---

Geological Survey of Japan, AIST © 2024