

鉱山の生物多様性影響評価のためのGISの応用¹

東芝研究開発センター 柿元 満², 渡戸 裕子, 小林 英樹

1 はじめに

持続可能な社会の実現には持てる生物の資源の量を維持・管理するための指標が必要になる。生物多様性評価の手法はいくつか提案されている [1][2]。しかし、産業界にとって必ずしも利用しやすい物になっていない。

生産活動には、生物多様性に影響を与える様々な側面がある。特に我々が着目しているのは、鉱物資源の採取がもたらす影響である。日々の生産活動は、金属資源を消費を伴う。そして、鉱山では生物多様性への影響が大きい活動が行われている [3][4]。

- 地表の直接的な改変
- 採掘や精錬作業に伴う水質汚濁、大気汚染及び土壌浸食
- 大量の鉱山廃棄物の発生

従って我々の生産活動は、鉱山での資源採掘を通して間接的に生物多様性へ影響を与えている。

我々は金属鉱山の生物多様性への影響を評価する指標 MiBiDTM (index of Mining Impact on BioDiversity) を開発した。ここでは MiBiDTM の GIS と関連した情報処理的な側面を説明する。

2 MiBiDTM

2.1 設計思想

MiBiDTM の目的は、金属資源を消費する事業者が自らの資源調達過程の生物多様性影響の定量的評価を可能にする事である。そのためには世界の鉱山を出来るだけ広範囲にカバーすることと、個々の鉱山ごとに生物多様性影響評価する事が必要になる。しかし、そのためには資源の生産、輸送、消費に携わる多様な事業者間の合意と協力がなければならない。そのため、MiBiDTM には以下のような課題がかけられている。

- 実装の容易性
- 分かりやすさ
- 地球規模の評価と統一した基準

これにより、MiBiDTM は業界で広く利用される事を目指している。

2.2 MiBiDTM のモデルと実装

MiBiDTM では図 1 に示すように採掘活動の生物多様性への影響をモデル化している。

[植生評価モデル]

MiBiDTM では生物多様性評価の基礎をその土地の植

生に置いている。人工衛星観測の植生データから土地区画 1km メッシュ [5] の植生を 3 段階に分類した。その上で区画 i の植生係数 VF_i を表 1 のように決めた。

土地	水域	森	林/灌木/農地	荒地/都市
VF	0	9	3	1

表 1: 植生係数 VF

[生物多様性価値モデル]

土地の持つ生物多様性価値は、その土地の植生とその地区の生態系の価値を考慮して決まる。IUCN [6] では重要な生物保護区 (約 16 万件) の分類を行っている。それによって保護区が区画 i に与える影響を定量化した保護区係数 PAF_i を 9 段階に点数付けを行った。

分類	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI	未分	非保
PAF	9	8	7	6	5	4	3	2	1

表 2: 保護区係数 PAF

さらに次の式により、区画 i の生物多様性価値 BDV_i を計算した。

$$BDV_i = VF_i \times PAF_i. \quad (1)$$

[採掘活動影響モデル]

鉱山 j の採掘活動の周辺への環境影響は次の式で決まる影響半径 RD_j の範囲内に及ぶと想定する。

$$RD_j = A \times RMF_j^{1/3} = A \times \left(\frac{PR_j}{GR_j/100} \right)^{1/3}. \quad (2)$$

RMF_j : 鉱山 j の資源採掘係数 [-]

PR_j : 鉱山 j の生産量 [Kg]

GR_j : 鉱山 j の鉱石品質 [%]

係数 A は影響半径 RD_j が生産量が世界最大規模の鉱山の場合で 10km となるように規格化する。資源採掘データは RMD [7] を用いた。このデータベースから表 3 にある 5 種の金属について、鉱山の位置、生産量、鉱石の純度を抽出した。

金属種	Cu	Fe	Al	Pb	Zn
鉱山数	253	102	26	96	120

表 3: RMD の登録鉱山数

MiBiDTM 原単位 MBI_j は鉱山 j の単位産出量あたりの生物多様性影響を表すもので、次の式で与えられる。

$$MBI_j = \frac{RMF_j \times BDV_j}{PR_j} \quad (3)$$

¹Application of GIS for Evaluation of Mining Impact on Biodiversity

²mitsuru.kakimoto@toshiba.co.jp

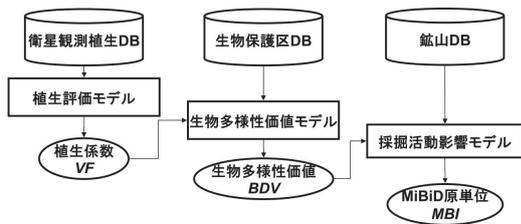


図 1: MiBiD™ の生物多様性影響モデル

アルゴリズムの実装には java Ver.1.6.0 と java 上で動く GIS ライブラリー GeoTools Ver.2.7.1[8] を用いた。全ての土地区画について生物多様性価値 BDV_i を計算すると、処理コストが大きすぎる。そこで全ての鉱山を R-Tree[9] に登録しておき、鉱山の影響範囲との重なるの無い保護区は処理の対象からはずした。図 2 に示すように、計算を影響範囲と保護区の重複域内にある土地区画に限定する。このように、不必要な計算を省くことにより、計算時間を大幅に短縮できる。

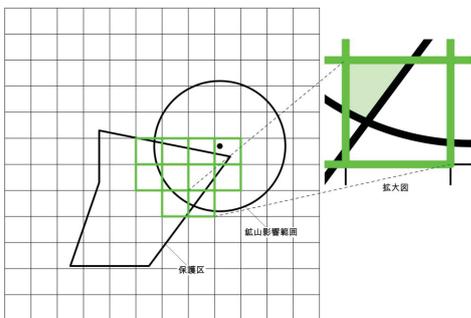


図 2: 鉱山影響範囲と保護区の重複

3 結果

MiBiD™ を用いることにより、製品の生物多様性影響を評価できる。例えば、図 3 は銅の調達先の鉱山を変えた場合のガソリン車、電気自動車の生物多様性への影響を評価したものである [10]。

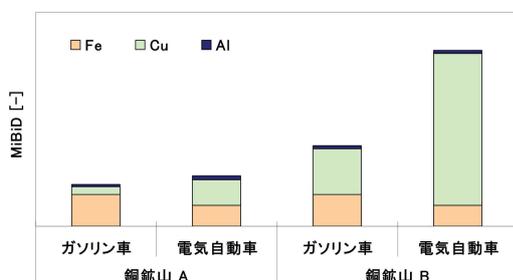


図 3: 調達先の鉱山を変えたときのガソリン車 (GV)、電気自動車 (EV) の生物多様性影響評価

電気自動車はガソリン車と比較して銅の使用量が増えるので、金属採取の生物多様性影響は大きい。しかし、

鉱山を選別することによりその効果を緩和することができる。

MiBiD™ の実装面では、一般的な PC 上で各金属について一分程度で計算でき、現状、処理能力的な問題は無い。しかし今後

- 人工衛星データの解像度が向上
- 採掘活動影響モデルの変更 (例:影響範囲の拡大) などの理由で計算量は増加する可能性もある。

4 おわりに

生物多様性評価指標 MiBiD™ を紹介し、その GIS 上での実装について説明した。

MiBiD™ には次のような課題がある。

- 対象物質が限られる。
- 資源採掘間の比較は出来るが、それ以外の活動との比較は出来ない。

これらの課題に対応するように、モデルの拡張が求められている。

参考文献

- [1] 環境省. ミレニアム生態系の評価の概要, 2008.
- [2] TEEB, 2008. <http://www.teebweb.org/>.
- [3] 環境省. 環境保全のための循環型社会システム検討会報告書, 1990.
- [4] 伊坪徳宏. ライフサイクル影響評価における資源採取の生態系への影響. 日本 LCA 学会誌, Vol. 8, No. 2, pp. 161-169, april 2012.
- [5] Hansen M., R. DeFries, J.R.G. Townshend, and R. Sohlberg. UMD global land cover classification, 1 kilometer, 1.0, 1998. <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landcover/>.
- [6] IUCN. World database on protected areas. <http://www.protectedplanet.net/>.
- [7] Raw Material Group. <http://www.rmg.se/>.
- [8] Geotools. <http://geotools.org/>.
- [9] Antonin Guttman. R-trees: A dynamic index structure for spatial searching. In *SIGMOD*, pp. 47-57. ACM, 1984.
- [10] H. Watando, M. Kakimoto, and H. Kobayashi. In *Ecobalance, Yokohama*, Vol. D2-09, 2012.