

「微生物によるバイオレメディエーション利用指針の解説」の 一部改正について

Partial Amendment of the Commentary on the Guidelines for the Bioremediation Using Microorganisms

西 本 俊 幸

TOSHIYUKI NISHIMOTO

環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室 〒100-8975 東京都千代田区霞が関 1-2-2

E-mail: TOSHIYUKI_NISHIMOTO@env.go.jp

Office of Environmental Management Technology, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment,
1-2-2 Kasumigaseki Chiyodaku Tokyo, Japan

キーワード: バイオレメディエーション, バイオオーグメンテーション, 土壌汚染

Key words: Bioremediation, Bioaugmentation, Soil contamination

(原稿受付 2013年4月12日/原稿受理 2013年4月12日)

1. はじめに

バイオレメディエーション, 特に, バイオオーグメンテーションについては, その事業を行うに当たっての利用指針が, 経済産業大臣と環境大臣との連名で, 「微生物によるバイオレメディエーション利用指針」(平成17年3月30日 経済産業省環境省告示第4号)として定められている。事業を行う者は事業がこの利用指針に適合していることを確認することとなるが, これを自ら行うほか, 広範かつ高度な科学的知見に基づく判断が必要な場合には, 経済産業大臣及び環境大臣へ確認を求めることができることが定められている。この確認に当たっては, 「微生物によるバイオレメディエーション利用指針の解説」(平成17年7月 平成24年3月一部改正 経済産業省製造産業局生物科学産業課, 環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室)が定められており, 今般, その一部が改正されたので, その内容をここに紹介する。

2. バイオレメディエーション・ バイオオーグメンテーション

微生物の働きを利用して汚染物質を分解することにより, 土壌, 地下水などの環境汚染浄化を図るバイオレメディエーションは, 多様な汚染物質へ適用が可能であり, また, 投入エネルギーが理論的に少ないこと, 一般的に浄化費用が低いと考えられること等から, 主要技術の一つとして注目されている。中でも, バイオオーグメンテーションは, 主に, 難分解性化学物質の汚染に対する浄化技術として注目が高まっていることもあり, 今

後の利用拡大が期待されている。

微生物の開放系利用となるバイオレメディエーションは, 安全性評価を十分踏まえて実施することにより, 全体として生態系への影響及び人への健康影響を低減することが期待できる。特に, バイオオーグメンテーションは, 一般的に自然環境から分離した特定の微生物を選択して培養したものを意図的に導入するものであるため, 生態系への影響, 人への健康影響を与えるおそれがないとはいえないことから, あらかじめ安全性の評価を実施してから利用することが適当であると位置づけられている。

3. 「微生物によるバイオレメディエーション利用指針」等

バイオレメディエーション事業の健全な発展と利用の拡大による環境保全を図るため, バイオオーグメンテーションを実施する際の安全性の確保に万全を期することを目的として, 生態系への影響及び人への健康影響に配慮した適正な安全性評価手法・管理手法の基本的要件を示した「微生物によるバイオレメディエーション利用指針」が, 平成17年3月, 経済産業省と環境省の共同で策定された。

これは, 平成10年5月に当時の通商産業省で「組換えDNA技術工業化指針」が改訂されて「生物的環境修復等の開放系利用」を対象に加え, 微生物もこれを準用することとした一方, 平成11年3月に当時の環境庁が揮発性有機化合物による地下水汚染を想定して「微生物を用いた環境浄化の実施に伴う環境影響の防止のための指針」を策定し, 指針が並立したことから, 産業構造審議会小委員会ワーキンググループと中央環境審議会小委

員会の合同会合の報告を受ける形で、両省共同の指針としたものである。

「微生物によるバイオレメディエーション利用指針」は、バイオオーグメンテーションの実施に際しての生態系への影響、人への健康影響に配慮した適正な安全性評価手法・管理手法のための基本的要件を示したものとなっており、「浄化事業計画の作成」、「生態系等への影響評価の実施」、「浄化事業の実施及び終了」、「経済産業大臣及び環境大臣による確認」等から構成されている。例えば、「浄化事業計画の作成」では、浄化事業計画に「利用微生物の名称」のほか、「浄化事業の内容や実施方法」として作業区域やその周辺の概要、浄化技術、利用微生物の導入方法などを、また、「安全管理の方法」として利用微生物の拡散防止対策などを記述することとしており、また、「生態系等への影響評価の実施」では、評価に必要な情報として、利用微生物の分離源や病原性、有害物質産生性などの特性、作業区域の特徴などを整理することや、生態系への影響評価の項目、実施方法が概略として記述されている。「浄化事業の実施及び終了」では、事業の実施、モニタリングの実施のほか、浄化事業の終了時の確認として、浄化対象物質が目標濃度に達しているほかに、利用微生物や分解生成物などが残留していないこと等が規定されている。

事業者が新たにバイオオーグメンテーションを実施しようとする場合、その事業がこの利用指針に適合しているか否かについては、事業者自身が判断することが原則となっているが、判断には広範かつ高度な科学的知見が必要となるため、利用指針において申請により経済産業大臣及び環境大臣に確認を求めることができることが規定されている。申請があった場合、産業構造審議会化学・バイオ部会微生物開放系利用技術小委員会及び中央環境審議会水環境・土壌農業合同部会バイオレメディエーション小委員会審査分科会の合同会議で浄化事業計画の確認の検討を行うこととなっており、これまでに7件の確認が行われている。

なお、確認の対象は、バイオオーグメンテーションの中でも「利用微生物の種類ごとに生態系等への影響についての科学的知見に基づいた適切な評価が可能なもの」であることが必要であるとし、その具体的な説明として「分類及び同定された単一微生物又はそれらを混合した微生物系」又は「自然環境から採取された複合微生物系を基にして、特定の培養条件で集積培養された複合微生物系であって高度に限定された微生物で構成され、その構成が継続的に安定していることが確認されたもの」を対象とすることとしている。また、この確認は利用微生物ではなく事業が対象であり、対象の区域を特定して確認するものであるが、対象の区域が複数ある場合や未確定の場合であっても、これらの区域の条件を特定することで確認は可能である。この場合、事業はその条件を満足する場所で実施することとなる。

この利用指針について、説明や理解にくい用語等を補足するため、特に、生態系への影響評価に必要な情報や項目、実施方法などをわかりやすく解説した「微生物によるバイオレメディエーション利用指針の解説」を、経済産業省製造産業局生物化学産業課と環境省水・大気環境局環境管理技術室が共同で策定している。利用指針

の解説では、利用指針で「生態系等への影響評価に必要な情報」のうち「分類学上の位置付け及び分離源」としている部分について、利用微生物の学名が公認されている場合とされていない場合に分けて、されていない場合は具体的な同定の方法まで記述している。また、「利用微生物の生理学的及び生態学的特性」では例えば「病原性」について、その有無の判断の方法を詳しく記述し、これらに必要な文献例について整理している。

4. 「微生物によるバイオレメディエーション利用指針の解説」の一部改正

バイオレメディエーション事業が当初の想定ほどには広がらず、指針への適合の確認が限定的なものとなっていることもあり、今般、確認手続の効率化を進めるため、「微生物によるバイオレメディエーション利用指針の解説」の一部を改正した。改正に当たっては、株式会社三菱化学テクノリサーチを事務局とし、前述の産業構造審議会小委員会及び中央環境審議会小委員会分科会合同会議の委員を中心とした9人の有識者で構成する「微生物によるバイオレメディエーションの普及促進に係る技術指針調査検討会」（座長：松本聡 財団法人日本土壌協会会長 東京大学名誉教授）を設置して検討を進めた。改正点は、これまでの確認の審査において労力を要した点を中心に、安全性を損なうことなく効率化が可能な点として、利用する微生物の同定の方法、利用する微生物が病原性を有するか否かの判断の方法、他の微生物群集への影響に関する評価の方法等となっている。

利用する微生物の同定については、これまで、表現型を中心とした同定方法を記述してきたが、分子生物学の発展もあり、今般、細菌については16SリボソームRNA遺伝子を解析し、同遺伝子が98.5%以上のホモロジーを持つ場合に同種と見なすこととした。ただし、98.5%以上のホモロジーを持つものの中に複数の独立種が存在する場合は全ゲノム遺伝子の解析、ジャイレースB遺伝子等の解析又は表現型を中心とした手法で同定することとしている。なお、真菌など細菌以外のものは、従来同様、表現型を中心とした手法により同定することとなっている。これにより、微生物の同定が迅速かつ正確に行われるようになることが期待される。

病原性の有無の判断については、これまで、既存情報が全くない場合又は既存情報に疑いがある場合は必要に応じて動植物試験を実施する必要があるとしてきたが、病原性の有無を試験により明らかにすることは宿主域等の問題があるため幅広い動植物の選択が必要となるなど困難を伴い、かつ、確実な証拠とならない場合がある。このため、既存情報を最大限活用することとして動植物試験に関する記述を削除し、病原体のリストやデータベース等が整備されている家畜、人等については、これらを中心とした調査により判断することとした。病原体のリストやデータベースとしては、家畜伝染病予防法などに規定される家畜伝染病及び届出伝染病、いわゆる監視伝染病の原因微生物として、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所のウェブページに掲載されているものや、国立感染症研究所の病原体等安全管理規程の中で実験動物に対する病原体のバイオセー

フティレベル分類などが整理されているものがあるほか、魚については病原体のリストが掲載された書物などがある。また、人の病原体については、日本細菌学会が作成している病原細菌のBSLリストがあり、このリストにおいてBSL2以上に分類されているものは病原性が有ると判断される。なお、このリストの中で、BSLが1*となっているものは日和見感染菌と判断され、日和見感染菌やアレルギー惹起性の報告がある微生物を利用する場合には、乳児、幼児、子供、老人、免疫不全又は免疫抑制状態の人に影響を生じる可能性があるため、拡散を防止するなどの管理措置を講じてリスクを十分に低減すべきであることが利用指針の解説に示されている。

他の微生物群集への影響に関する評価については、これまででは全ての場合に影響試験を実施することとしていたが、一般に外部から導入した微生物が減少傾向を見せる場合、土壌等の重要な機能に影響を及ぼして生態系の基盤を大きく変化させることは考えにくいことから、利用微生物が浄化作業の終了後に減少傾向を見せることが

根拠を持って予測される場合には、他の微生物群集への影響に関する評価を省略し、また、これまで利用微生物が一定量以下となることの確認が求められていた浄化事業終了時のモニタリングについても、利用微生物が減少傾向にあることを確認することをもって代えることができることとした。

今般の改正では、これらのほか、文献例等についても時点修正を実施している。

5. おわりに

今般の「微生物によるバイオレメディエーション利用指針の解説」の一部改正により、土壌浄化事業における安全性を低下させることなく、浄化事業実施者の事前の安全性確認に係る負担が軽減されるものと考えており、これにより、バイオレメディエーション事業の更なる普及が進むことが期待される。