

生物環境試料バンクにおける停電対策

自然科学系技術班 大西 秀次郎

1. はじめに

現在起こっている環境汚染の度合いや影響を評価するためには、汚染が始まる前やその程度が低いレベルであった時代との比較が重要である。しかし、堆積物や氷床以外の試料で過去に遡って分析することは、試料が残存しないことから不可能である。一方、自然界に広がる化学物質等の汚染は年々深刻となっており、これまで分析されていなかった汚染物質が次々と発見されている。これらによる環境への影響を明らかにするためには、過去の試料の存在が重要となる。

このような情勢を踏まえ平成 17 年 11 月、愛媛大学沿岸環境科学研究センターでは世界中で採取した生物種を冷凍保管し、将来発見される様々な毒性物質の蓄積や影響を過去に遡って分析可能とする生物環境試料バンク (ES-BANK) を設立した。ES-BANK には、愛媛大学でこれまで行ってきた試料保管によって過去 50 年にわたり収集された 1350 種、約 10 万点の試料をすでに保管しており、現在においても試料の収集・保管が粛々と行われている。

このように貴重な試料を保有する ES-BANK について、災害等で想定される長時間停電への対策が実施・計画されており、今回はこれらの経過について発表を行う。

2. ES-BANK 概要

ES-BANK は鉄筋コンクリート 3 階建て建造物に設置されている。1 階は、第 2 冷凍庫室をはじめとし、試料を保管に適した状態に処理する解剖室や -180°C および -80°C で試料を保管する超低温保存室で構成される。2 階は、フロアの大部分を第 1 冷凍庫室によって占めている。3 階は、冷凍設備のモニターや資料のデータベース管理を行う職員や研究を行う学生・教員が常駐する研究室、試料の分析を行う元素実験室、元素分解室、元素分析室、高分解能 GC-MS 室で構成される。

上記設備によって、ES-BANK では海棲哺乳類など大型動物の解体から組織の分離、試料の保管、分析までの一連の作業をおこなうことができる施設となっている。

2.1 第 1 冷凍庫室

ES-BANK の主となる冷凍保管室で、5 段の移動棚 10 列からなり、試料を整理するプラスチックコンテナ (ミカン用コンテナ $560 \times 390 \times 283\text{mm}$) が 2750 個収納できる。床面積は約 210 m^2 で設定温度は -23°C である (写真-1)。



写真-1 第 1 冷凍庫室

2.2 第 2 冷凍庫室

5°C に設定された前室を設置し、霜対策を取っているため頻繁に出し入れされる試料を保管している。5 段の移動棚 6 列からなり、試料を整理するプラスチックコンテナが 1320 個収納できる。床面積は約 97 m^2 で設定温度は -23°C である。

2.3 超低温保存室

液体窒素によって -180°C に維持された超低温保存タンク 3 基と -80°C に維持されたディープフリーザー 4 基が設置されている。床面積は 35 m^2 である。



写真-2 超低温保存タンク

3. 予想される災害と停電

先般の東日本大震災（震度 7）や阪神淡路大震災（震度 7）で示されたとおり、強い地震によって長期間の停電が起こる。愛媛大学においても近い将来、南海地震の発生が予想されており、最悪のシナリオでは震度 6 弱以上の地震が起こるとされている。

東日本大震災において震度 6 弱以上を記録した宮城、福島、岩手については 70%の停電復旧までに 4 日、1.5 日、2 日それぞれ要している（津波被災地をのぞく。能島暢呂、岐阜大学 2011 http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/eq_report/201103tohoku/nojima1.pdf）。阪神淡路大震災では被害を受けた全地域の停電復旧率が 85%となるまでに 2 日間要している。また、芸予地震（2001 年、震度 5 強）では、5~6 時間で停電は全復旧している（四国電力への電話聞き取りより）。

以上から、ES バンクにおいて電源復旧まで 2 日程度（48 時間）と想定した対策を取りたいと考える。

4. 停電への対策

停電に対しては、非常用自家発電設備を設置し電源の供給を行うこととする。発電設備の選定については「2. ES-BANK 概要」で述べたとおり、3 種類の冷凍設備（-24℃冷凍庫室、-180℃液体窒素超低温保存タンク、-80℃ディープフリーザー）が設置されておりそれぞれに応じた電源供給対策の検討が必要である。

電源供給の遮断によって急速に温度上昇が起こるディープフリーザーおよび安定的な温度管理を要する超低温液体窒素タンクについては、常時電源の供給を行う必要がある。一方、第 1・第 2 冷凍庫室については、冷凍機の停止による庫内温度変化は穏やかであり、試料の特性上-10℃までの温度上昇は許容される。これらの特徴をふまえ、限られた燃料で可能な限り長時間の電源供給が行える設備を目指す。

4.1 第 1・第 2 冷凍庫室冷凍機への電源供給

ES-BANK で消費される電力の大部分がこれら冷凍庫室を冷却するための冷凍機運転であり、かなりの容量の電力を必要とする。一方、発電機の設置及び管理上、保管する燃料は消防法の適用除外（軽油 200L、重油 400L）とすることが望ましいことから、必要な電力を出力する発電機では 48 時間の電源供給が不可能である。そこで、第 1・第 2 冷凍庫室冷凍機については、断続的な電源供給を行って発電機の燃料消費を抑える必要がある。断続運転にした場合の電源遮断のタイミングは、2010 年 11 月 3 日に冷凍機が故障した際の冷凍庫内温度変化データの考察によっておおよその予測が可能である（図-1）。

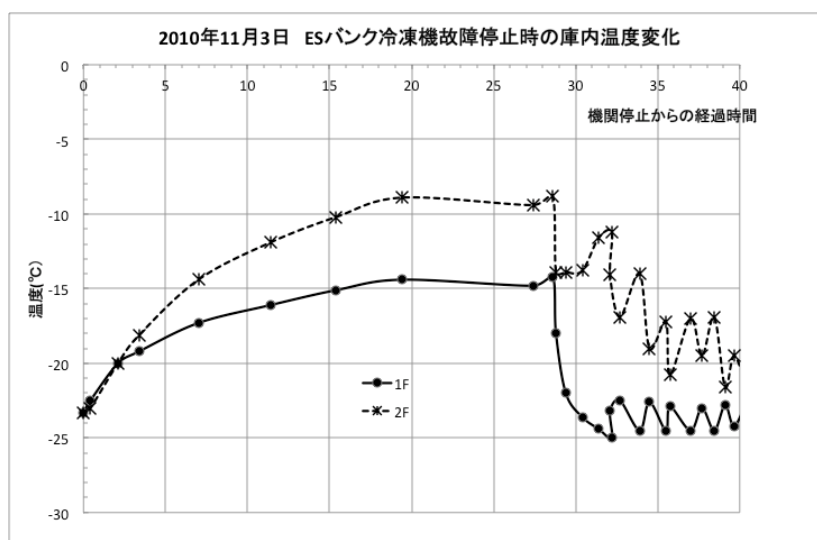


図-1 冷凍機機関停止後の冷凍室内温度変化

図-1 から、機関停止後 28 時間程度までは試料が融解する温度に達しない。したがって、停電直後に電源供給し、20 時間後に第 1・第 2 冷凍庫室への電源供給を遮断しても停電から 48 時間は試料の融解を避けることが可能である。しかしながら、これらの温度変化は季節によって変化するため、実際は冷凍庫制御盤に設置された冷凍庫内温度モニターをチェックして実際の遮断タイミングは判断しなければならない。

4.2 非常用電源供給運用

非常時における電源供給対象を、ディープフリーザー、超低温液体窒素タンクおよび第 1・第 2 冷凍庫室とした場合、これらの運転による平均的な電力消費量は約 15kVA と見積もられた（断続運転を考慮した）。発電機は突入電流を考慮し 220kVA の出力を有する機種とする。これを満たす D 社の機種では、15kVA 負荷での燃料消費量が 5L/h であった。タンク容量は 190L（軽油）であるので、20 時間後に手動で第 1・第 2 冷凍庫室冷凍機への電源を遮断すればタンク残量は 90L となり、消費電力は 6kVA に減じ燃料消費が 3L/h で 30 時間運転が可能となる。この方法だと発電開始から約 50 時間の運転が可能と思われる（図-2）。

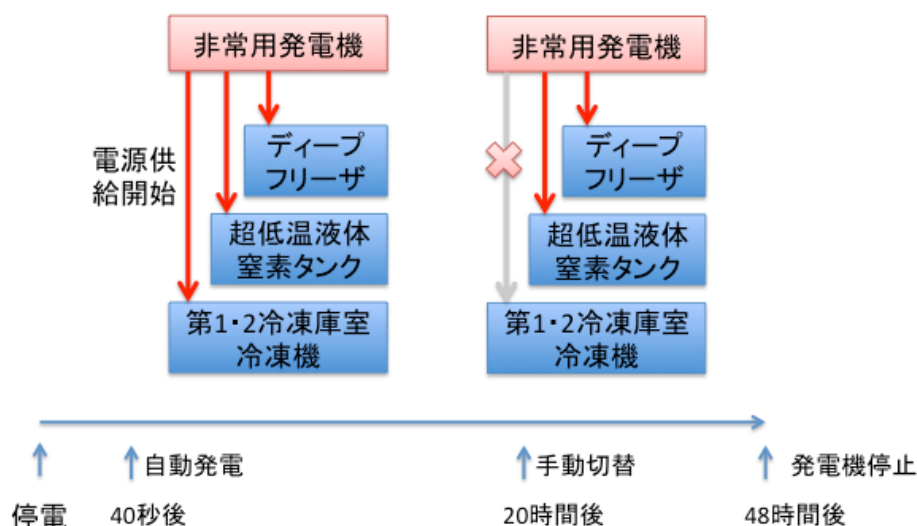


図-2 非常用電源の運用方法

5. まとめ

大きな災害においては様々なインフラが停止し、設備への迅速な移動が困難と予想される。そのため災害直後においては、非常用発電機を自動起動とする必要がある。また、被害が大きい場合、復旧状況に応じて電力供給を手動で切り替えできる構造でなければならない。これによって、災害が発生しても少なくとも電力供給に関しては対応までの時間的な余裕が生まれ、かつ停電復旧までの時間が長くなったとしても、冷凍庫の特性に応じた手動での柔軟な対応によって試料をぎりぎりまで保存可能であると考えられる。

また、これを機会に災害時における他の危険要素についても、検討・対策を行ってゆきたい。