

# 土木工事現場での環境対策事例 —照明の誘虫対策と養鶏場での騒音対策—

宮瀬 文裕<sup>1</sup>・宇野 昌利<sup>2</sup>・青山 晋一<sup>3</sup>・秀嶋 桂<sup>4</sup>・林 豊<sup>5</sup>・小松 裕幸<sup>6</sup>

<sup>1</sup>正会員 清水建設（株）土木技術本部基盤技術部（〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1）

E-mail: f.miyase@shimz.co.jp

<sup>2</sup>正会員 （一財）先端建設技術センター 企画部（〒112-0012 東京都文京区大塚2-15-6）

E-mail: uno@actec.or.jp

<sup>3</sup>正会員 清水建設（株）広島支店土木部（〒740-0724 山口県岩国市錦町広瀬6219-1）

E-mail: ao\_@shimz.co.jp

<sup>4</sup>正会員 清水建設（株）土木東京支店横浜土木営業所（〒259-1141 神奈川県伊勢原市）

E-mail: hidesima@shimz.co.jp

<sup>5</sup>非会員 清水建設（株）技術研究所環境基盤技術センター（〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17）

E-mail: hayashi\_y@shimz.co.jp

<sup>6</sup>非会員 清水建設（株）設計本部設計技術部（〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1）

E-mail: koma@shimz.co.jp

大規模な土木工事では、環境保全の対象として、生態系や現場周辺の畜産業等への対応も必要となってきた。しかし、これらへの対応については工事に活用できる資料として整理、発表されたものは少ない。本論文では、1) ダム現場で誘虫性の低いLED灯を採用するための基礎実験、2) 養鶏場に近接した土工事での対策事例について概要を紹介する。ダム現場では、水銀灯・ナトリウム灯・LED灯による燈火採集調査を実施した結果、LED灯の誘虫性は水銀灯より非常に低いこと、誘引される昆虫類の種類が水銀灯、LED灯で大きく異なる等を確認した。土工事の現場では近接の養鶏場に対し、工事騒音による鶏の産卵、飼育への影響が懸念された。そこで、防音壁の工夫、コンディショニング（馴化）を実施した結果、産卵、飼育に影響なく土工事を実施できた。

**Key Words :** environmental measures, insects, light bulb, poultry farms, noise

## 1. はじめに

大規模な土木工事では、周辺住民、発注者の環境保全への意識が高まり、高いレベルの対策を求められることが少なくない。さらに環境保全の対象として、生態系・希少生物や現場周辺の畜産業（鶏、牛、馬等）への対応も必要な現場が発生している。これらへの対応については、各現場で保全対象、現場状況を勘案し、様々な対策、工夫がなされてきた。しかし、実施された対策、工夫については、工事に活用できる資料として整理、発表されたものは少ない。本論文では、1) ダム現場で誘虫性の低いLED灯を採用するための基礎実験、2) 養鶏場に近接した土工事での対策事例について概要を紹介する。

ダム現場では、LED灯が誘虫性が低く、生態系保全

に有効な点を定量的に確認するため、水銀灯・ナトリウム灯・LED灯による燈火採集調査を実施した。その結果、LED灯の誘虫性は水銀灯の1/10以下であること、誘引される昆虫類の種類が水銀灯は主にコウチュウ、ガ類、LED灯はカゲロウ類と大きく異なる等を確認した。

土工事の現場では、近接の養鶏場に対して工事騒音による鶏の産卵、飼育への影響が懸念された。そこで、ハード面の対策として背の高い高性能防音パネルの使用、ソフト面の対策として、建設機材の稼働台数・時間を徐々に増やすコンディショニング（馴化）、養鶏場との綿密なコミュニケーションを維持して工事の進捗による影響の有無を確認することを実施した。これらの結果、産卵、飼育に影響を与えることなく土工事を完了させた。本論文では、これらの概要について報告する。

## 2. ダム工事現場でのLED灯の基礎実験

### (1) ダムの概要

LED灯を採用するための基礎実験を実施したダムは、山口県岩国市錦町広瀬において、平成26年3月から平成32年6月の工期で建設中の錦川総合開発事業 平瀬ダムである。平瀬ダムの施工場所を図-1に、施工状況を写真-1に示す。

### (2) 夜間照明対策の必要性

平瀬ダムでは、他のダムと同様に、希少水生生物、猛禽類への配慮として、以下の対策を実施している。

- ・仮設設備に環境配慮色を塗装
- ・処理能力 $460\text{m}^3/\text{h}$ の機材による確実な濁水処理

本ダムは、重力式コンクリートダムである。コンクリートダムでは、施工数量が膨大であること、堤体コンクリートの品質確保の目的から、通常は夜間も作業を実施する。また、大面積の施工範囲で十分な照度を確保するため、大規模な夜間照明を設置する。この夜間照明が猛禽類の営巣場所へ照射されることを防止する必要がある。さらに、この照明へと誘引される昆虫類が照明周辺で死滅することにより、生態系や猛禽類への影響が考えられる<sup>1)</sup>。本ダムの夜間照明の実施期間は、3年間にわたることから大きな影響となることが懸念された。そこで、夜間照明対策としてLED灯の採用を検討した。LED灯は、照射する光束の直進性向が強く、照射範囲を制御しやすいため、営巣方向への照射防止、ダム堤体周辺への照明の漏れの防止に有効である。さらに、筆者らが「夜間工事照明影響評価システム」の開発の中で得た知見から、平瀬ダムにおいてもLED灯の使用により、多用される水銀灯の1/10以下に誘虫性を抑制でき、生態系保全にも有効と考えられた<sup>1)</sup>。

### (3) 基礎実験の目的

平瀬ダムでLED灯を採用するにあたり、生態系保全への有効性について、定量的な評価の必要性が考えられた。また、夜間工事照明影響評価システムの評価精度向上のため、全国での誘虫性のデータの収集を計画中であった。そこで、平瀬ダムで燈火採集調査を実施し、平瀬ダムでのLED灯の誘虫性低減効果を定量的に確認するとともに、夜間照明影響評価システムの精度向上のためのデータを得ることとした。

### (4) 基礎実験の方法

基礎実験では、夜間工事照明影響評価システムの開発で得た知見が活用できるよう、同様の燈火採集機材を使用した。照明の種類は、これまでの工事实績と平瀬ダム

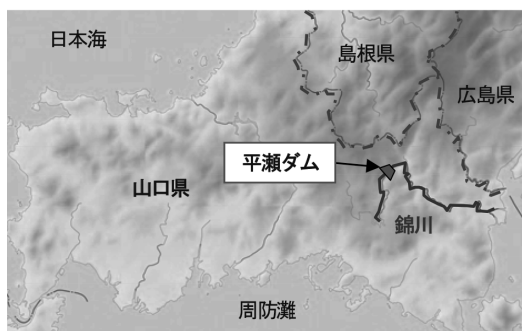


図-1 工事場所位置図



写真-1 平瀬ダムの施工状況（左岸より撮影）

でのLED灯の採用に必要な基礎データを得るため、水銀灯、ナトリウム灯、LED灯の3種類とした。

水銀灯については、同一距離で照度を2段階に設定し、照度と誘虫性の関係を確認した。照度は、水銀灯・ナトリウム灯・LED灯の3種類の照明で共通とした標準の照度と、この標準の照度の1/10の2段階とした。照度の調整方法は、照明器具へ適当なフィルムを貼る方法、照明器具に取付けた照度調整用の覆いに適切なスリットを設ける方法の2つの方法が想定されたが、前者の方法は、フィルムを通して照明の光のスペクトルに変化が発生し、試験条件に差異が生じることが懸念された。そこで、照度が1/10となるように、照明器具の覆いに適切なスリットを設ける後者の方法を採用した。

燈火採集機材は、隣接する機材の照明の影響を受けないよう、それぞれ15～20m程度の離隔で配置した。燈火採集調査用の機材を写真-2に、照度を標準の1/10とした燈火採集機材と調査時の誘虫状況を写真-3に、燈火採集調査状況の全景を写真-4に示す。

燈火採集調査の実施場所は、民家等の人工照明の影響がなく、常緑樹林、落葉樹林、河畔林、河川敷、流水域等の多用な自然環境が存在する場所が望ましいため、平瀬ダム工事の施工場所内で適当な場所を選定した。なお、

場所の選定では、これまでの調査データがある与布土ダム（兵庫県）での自然環境に近いことも考慮した。

燈火採集調査の実施期間は、平成27年7月29日夜～8月1日朝のうち、晴天の3日間とした。実施期間を3日間とすることで、日々のデータのバラツキの軽減を図った。実施時期は、昆虫類の活動が活発で、十分な個体の飛来が予測されること、前述の与布土ダムとほぼ同じ時期とし、データの比較が可能となることを考慮した。また、照明の点灯時間は、日没後の18:30～翌日の6:30までとし、12時間連続して点灯させた。

## (5) 実験結果

実験結果の整理に当たり、同様な自然環境、時期での実験データがある与布土ダムでのデータも合わせて整理し、誘虫性の傾向、特性を把握した。

照明によって誘引された虫の重量を「誘虫量」と定義し、夜間工事照明の種類毎に誘虫量を整理した結果を図-2に示す。誘虫量の最も多い水銀灯を基準（1.0）とし、ナトリウム灯、LED灯の誘虫量を評価した。誘虫量は水銀灯、ナトリウム灯、LED灯の順に多いことが確認された。実施場所によるバラツキはあるものの、ナトリウム灯の誘虫量は水銀灯の8～12%程度、LED灯は3%程度であった。紫外線量の少ないLED灯は、平瀬ダムでも誘虫性の抑制に有効なことが確認された。

次に、夜間工事照明の種類毎に、誘虫量の多かった代表的な昆虫の種類別の誘虫量を整理した結果を図-3～図-5に示す。これらの図では、夜間工事照明の種類毎に、それぞれの誘虫量の全量に対する各昆虫類の重量の比で評価している。水銀灯は、2箇所ともコウチュウとガ類の合計量が重量比の70%以上と、圧倒的に大きいことが確認された。ナトリウム灯は、実施箇所により差が見られるが、コウチュウ、ガ類、カゲロウが多く見られた。LED灯は、2箇所ともカゲロウが60%程度と多く、コウチュウ、ハチも見られた。

平瀬ダムのデータについて、水銀灯を基準（1.0）とし、水銀灯、照度 1/10の水銀灯、ナトリウム灯、LED灯の誘虫量を評価した結果を図-6に示す。照度を1/10とした水銀灯の誘虫量は、照度が標準の水銀灯の誘虫量の14%であった。他の種類の照明との比較では、ナトリウム灯の12%と同程度であった。水銀灯の誘虫性を低減するには、他の種類の照明に比べて照度を大きく低減する必要があると考えられる。

次に、照度を1/10とした水銀灯について、図-3～図-5と同じ代表的な昆虫の種類別の誘虫量を、標準の水銀灯の誘虫量を1.0として整理した結果を図-7に示す。コウチュウ類の誘虫量の比が0.2程度の他は、他の主要な4種類の昆虫はほぼ0.1となっている。その他は0.02と大きく



写真2 燈火採集調査機材（水銀灯 標準の照度）



写真3 照度1/10の燈火採集調査機材と誘虫状況

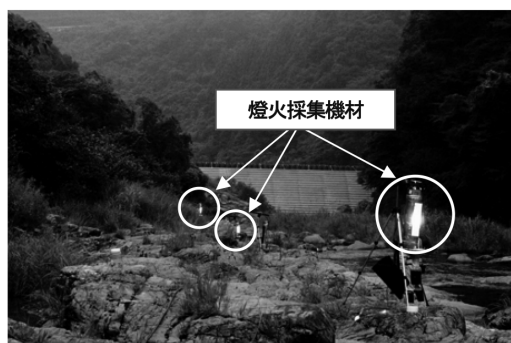


写真4 燈火採集調査状況（機材設置間隔：20m前後）

異なるが、誘虫量の絶対値が小さかったため、誤差も大きいと考えられる。これらの結果から、水銀灯の場合、昆虫の種類によらず、照度と誘虫量の関係はほぼ正比例となる傾向であると言える。

## (6) LED灯の現場での適用

平瀬ダムにおいてもLED灯の誘虫性が非常に低く、誘虫量の抑制に有効であることを定量的に確認できた結果、平瀬ダムではダム堤体の夜間照明に全面的にLED灯を採用した。LED灯の使用状況を写真-5に示す。ダム堤体の作業範囲は十分な照度を確保できている。一方、

ダム堤体の直近から外側は、暗夜状態であり、周辺への照明の漏れが少ないことが確認できる。今回の施工から、LED灯は照射範囲の制御にも有効なことが確認できた。

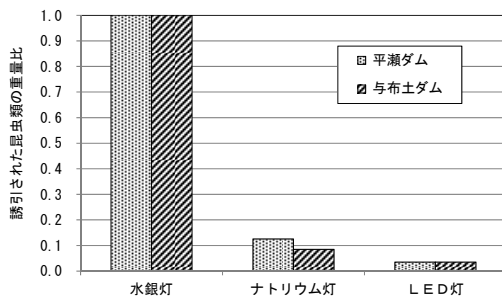


図-2 夜間工事照明の種類毎の誘虫量

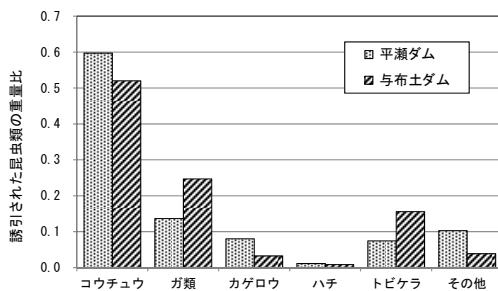


図-3 昆虫類の種類別の誘虫量（水銀灯）

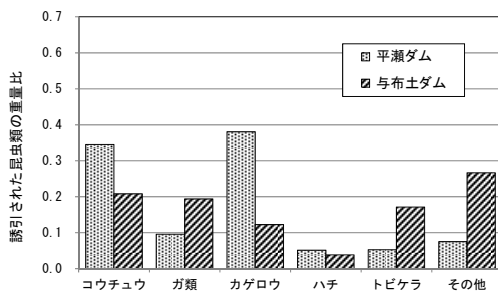


図-4 昆虫類の種類別の誘虫量（ナトリウム灯）

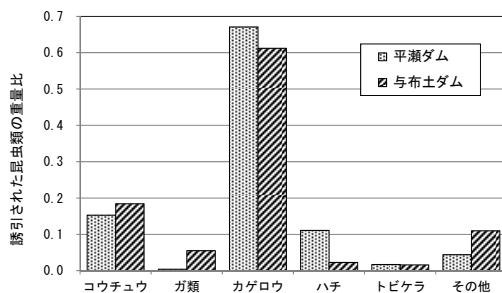


図-5 昆虫類の種類別誘虫量（LED灯）

### 3. 養鶏場に近接した土工事で騒音対策

#### (1) 土工事の概要

養鶏場への対策を実施した土工事は、神奈川県伊勢原市において、平成 26 年 3 月から平成 30 年 6 月の工期で建設中の新東名高速道路建設工事である。本工事の施工場所を図-8 に示す。本工事は、インターチェンジと本線を構築するもので、その主要数量は延長 1,480m、切盛土工 73 万 m<sup>3</sup>、橋脚・橋台 56 基、場所打ち杭延長約 20,000m、930 本である。

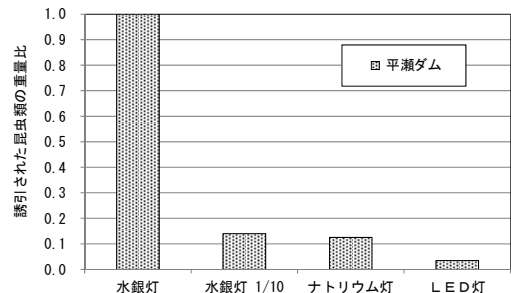


図-6 照度を考慮した整理結果

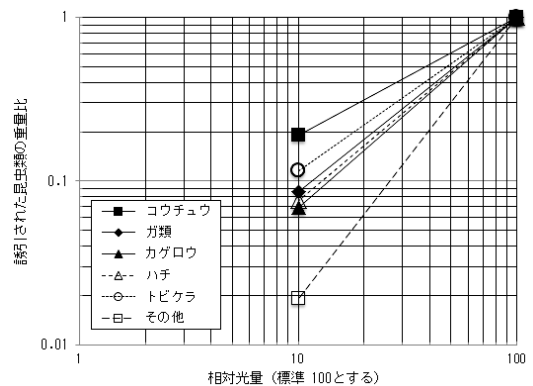


図-7 照度と誘虫量の関係（水銀灯）

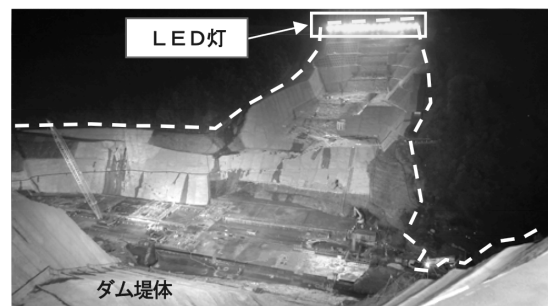


写真-5 LED灯の使用状況（左岸より撮影）

## (2) 養鶏場に対する騒音対策の必要性

本工事を実施している神奈川県伊勢原市は、鶏卵の生産が盛んである。本工事では、擁壁築造および盛土の施工場所から約50m離れた位置に、鶏卵を生産する養鶏場が存在する。施工時には、バックホウ、ブルドーザー、ダンプ等が複数同時に稼働するため、工事騒音が大きくなる。また、施工場所は元々の暗騒音が50~55dB程度と静穏なため、鶏も静かな環境に慣れていると考えられた。

工事騒音が鶏に与える影響について、事前に文献調査、類似の施工現場へのヒアリングを実施した<sup>2)</sup>。文献調査から、以下の事例が確認された。

- ・85~90dBの建設騒音に対して驚愕するが、産卵率は低下しない
- ・110dB程度のジェット機音に関して、1か月目には産卵率が低下するが、2か月目には回復する。
- ・類似の施工現場へのヒアリングから、施工担当者が養鶏場の経営者の経験から得た、以下の知見を確認できた。
- ・鶏は騒音に対して驚き騒ぐことがある
- ・1羽が騒ぐと鶏舎全体に波及し、パニック状態となることもある
- ・このような状態では、鶏が傷ついたり弱ったりし、産卵量や卵の大きさに影響が発生する
- ・鶏の種類（白い卵、茶色い卵等）により、騒音に対する敏感さは異なり、目標値（dB）は不明
- ・騒音に対しては、しだいに慣れていく

これらの結果から、複数の機材が稼働する本工事は、工事騒音が鶏へ影響を与える可能性が高いと考えられた。一方、鶏への工事騒音の影響を抑制するための工事騒音の目標値は、明確でないことも明らかとなった。

## (3) 騒音対策の考え方と対策内容

養鶏場への工事騒音の影響を低減する基本方針として、設備によるハード対策と施工の工夫によるソフト対策を組み合わせ、対策実施効果を高めることとした。

ハード対策として、バックホウ、ブルドーザー等の低音（低周波）が卓越する機材に対しても騒音低減効果が高い高性能防音パネル（NETIS：KT-120034-A、図-9）を、用地境界に設置した。高性能防音パネルの設置高さについては、騒音解析を実施し、養鶏場の鶏舎付近において、工事騒音が暗騒音と同じ55dB程度となる4.5mとした（写真-6）。

ソフト対策として、鶏が騒音に対して慣れる性質を利用し、コンディショニングを実施することとした。これは、建設機材の稼働台数、稼働時間を少しずつ増加させ、騒音に対して慣れさせる方法であり、猛禽類の保護対策として実績がある<sup>3)</sup>。

養鶏場の経営者の方に、騒音対策について事前に説明



図-8 工事場所位置図

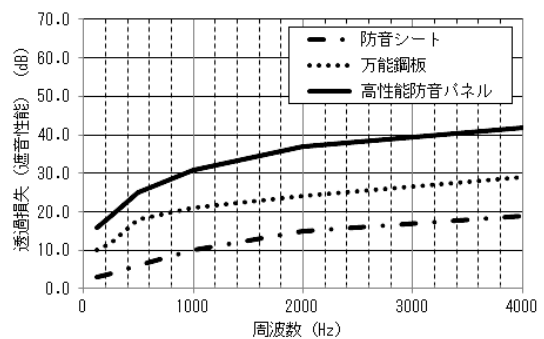


図-9 防音設備の透過損失（遮音性能）

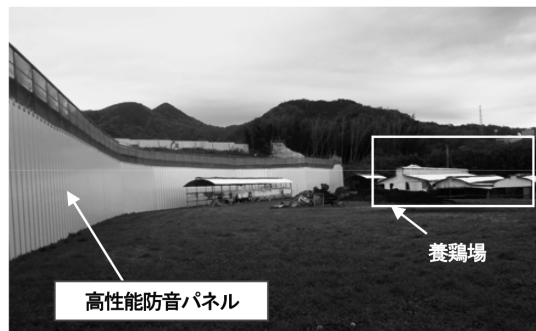


写真-6 養鶏場付近の高性能防音パネル（高さ4.5m）

するとともに、工事の進捗に合わせて鶏の状況を伺うなど、コミュニケーションを密にすることとした。

## (4) 騒音対策の結果

コンディショニングは、擁壁工・盛土工に先立つ仮設道路工時に、騒音の小さな0.45m<sup>3</sup>のバックホウ1台にて、養鶏場から遠い場所から徐々に近づくように作業を行った。この時、養鶏場の経営者の方に、鶏の状況を伺い、影響のないことを確認しながら作業を進めた（写真-7）。

高性能防音パネルの設置後の作業時に、養鶏場から約

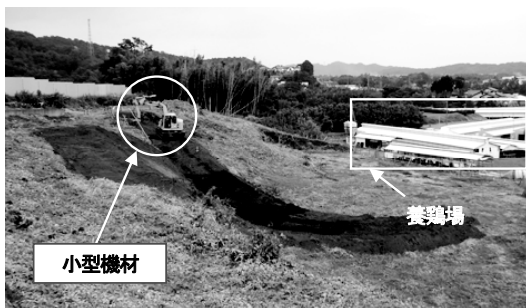


写真-7 小型機材1台によるコンディショニング

25mの位置で工事騒音を計測し、等価騒音で52~53dB程度と事前の解析と同程度であることを確認した。この時も、鶏の産卵、飼育に影響は見られなかった。

密なコミュニケーションの中から、養鶏場の経営者の方から「過去に花火の音に鶏が驚いたことがあり、鶏は突発的な騒音に驚きやすい」と言い、施工時の対策に活用できる新たな知見を得た。

#### 4. まとめ

##### (1) ダム工事現場でのLED灯の基礎実験

ダム施工時の生態系保全にLED灯を採用するにあたり、燈火採集調査を実施し、誘虫性低減効果について確認した。今回とこれまでの調査結果から、LED灯の誘虫性は水銀灯の1/10以下であり、誘虫される昆虫類の種類もカゲロウ類が主であることを確認できた。施工時に

夜間照明の照射範囲を確認した結果、ダム堤体のみが明るく、照射範囲の制御にも有効なことを確認した。

##### (2) 養鶏場に近接した土工事での騒音対策

養鶏場まで約50mと近接した土工事の騒音対策として、高性能防音パネルによるハード対策と、コンディショニングによるソフト対策を組合せて実施した。これらにより工事騒音を55dB程度に抑制し、鶏の産卵、飼育に影響を与えず施工を完了できた。また、コミュニケーションを密にした中で、鶏は突発的な騒音に対してより敏感という新たな知見を得ることができた。

**謝辞：**本論文の執筆にあたり、多くの方々に協力いただいた。平瀬ダム事業の関係者には、燈火採集調査で協力いただいた。地元の養鶏業者や新東名高速道路事業の関係者には、養鶏場の状況の確認、騒音データの収集等で協力いただいた。ここに感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 宮瀬文裕, 小田信治, 林豊, 宇野昌利: 夜間工事照明影響評価システムの開発, 第42回環境システム研究論文発表会 講演集, pp39-42, 2014.10.
- 2) ジオフロンテ研究会: 現場技術者のための制御発破工法の実践 - 発破による騒音や振動を制御する技術資料 - 第2刷, pp46-47, 2005.12.20
- 3) 堀江淳二, 牧野有洋: クマタカと共生した与布土ダムの施工, 土木学会 第70回年次学術講演会 講演概要集 VI部門, pp819-820, 2015.9.

(2016.8.26 受付)

## SPECIFIC EXAMPLES OF ENVIRONMENTAL MEASURES AT CONSTRUCTION SITES - MEASURES AGAINST INSECTS WITH LED LAMP AND NOISE CONTROL FOR POULTRY FARMS -

Fumihiro MIYASE, Masatoshi UNO, Shinichi AOYAMA,  
Kei HIDESHIMA, Yutaka HAYASHI, Hiroyuki KOMATSU

In large-scale public works, environmental conservation becomes important to constructors. However, useful documents for the conservation have not been published often. This article introduces two examples of environmental conservation techniques. 1) Basic experiment to attract insects with LED lamps at a dam site. 2) Noise controlling measures for a poultry farm during earthworks.

1) At the dam site, the authors performed experiments using mercury, sodium, and LED lamps. As a result, LED lamps attracted less insects, compared to mercury ones, and the types of insects differed between mercury and LED lamps.

2) There was a concern that the noise generated by earthworks might reduce the egg production at the poultry farm. The constructor created soundproof walls and new working procedure to habituate poultry to the noise. As a result of these measures, the noise did not adversely affect the poultry farm near the construction site, and the constructors were able to carry out the earthworks.