

凍結保存タンクの異常検出における重量測定法と表面温度測定法の比較

小橋朱里¹、水野里志¹、入江真奈美¹、福田愛作¹、森本義晴²

¹IIVF 大阪クリニック、² HORAC グランフロント大阪クリニック

【目的】凍結保存タンク(タンク)の管理は ART 施設において重要である。重大なタンク事故につながる現象としてタンクの真空不良が知られている。真空不良の検知法にはタンク重量や表面温度の監視があるが、これらの有効性を比較した報告はない。今回、真空不良を再現したタンクに重量と表面温度測定を同時に実施し、真空不良検知までの早さをシミュレーションし比較した。

【方法】真空断熱機能が損なわれている 10L タンクに液体窒素(LN₂)を満タンまで補充し真空不良を再現した。アラーム通知機能を備えた温度センサーを表面に設置したタンクを重量計に乗せ、重量と表面温度測定を同時に行った。測定は LN₂ の充填から完全蒸発までの間、重量は 30 分毎、表面温度は 1 分毎に行い、温度が 20°C 以下になるとアラーム通知されるよう設定し、測定開始から異常通知までの早さを両法間で比較した。なお、重量での監視システムでは一般的に LN₂ 残量が 3~5 割減少すると通知するよう設定される為、今回の測定における通知は LN₂ 重量が 3 割減少した時間とした。実験は室温、約 24°C の条件下で行われた。

【結果】LN₂ は実験開始から 2 時間半で 3 割減少し、8 時間で完全に蒸発した。重量測定では 2 時間半後に異常通知されることが想定された。表面温度は 3 分後から低下を始め、4 分後に 17.9°C となり異常が通知された。異常通知は重量監視と比較して表面温度監視で約 2 時間半早いことが想定された。

【考察】今回使用した 10L タンクでは真空不良発生から LN₂ が枯渇するまで 8 時間であった。すなわち、真空不良発生後保存検体救出までの猶予は最大で 8 時間しかなく、少しでも早く真空不良発生を検知することが重要となる。本実験から表面温度の監視は真空不良発生後 LN₂ が著しく減少する前に異常検知がされ、さらに重量監視と比べ非常に早いことからタンク真空不良監視に有効であることが明らかにされた。