

日本の温泉資源の現状

－温泉開発による温泉資源の枯渇現象と回復について－

温泉資源の枯渇化の類型

- ① 乱開発によるもの
- ② 過剰採取による水位低下や自噴停止によるもの
- ③ 過剰採取による成分濃度の変化によるもの
- ④ スケールの生成や保護管の劣化等による湧出路のトラブルによるもの
- ⑤ 大規模災害によるもの
- ⑥ 放置された井戸の使用再開に伴う影響によるもの

① 乱開発によるもの

【掘削技術の進歩】

江戸時代までは、手掘り程度の掘削技術しかなく、温泉の利用は自然湧出泉に限られた

国内：江戸後期から明治初期（1880年頃）に上総掘りの技術が確立

米国：1859年には、人類初の機械式掘削による石油井（ドレークの井戸）の開発成功

【汲み上げ技術の進歩】

吸い上げ式ポンプでは、せいぜい地表下6mほどの深度までの温泉しか汲み上げられなかったが、石油井戸等の深井戸用水中モーターポンプの温泉井戸への転用により、地下数100mの場所にある温泉も汲み上げられるようになる



機械式掘削や動力揚湯が普及した上、温泉旅館の内湯が一般的となり戦後復興期を経て、高度経済成長期には、既存温泉地で温泉開発が盛んにおこなわれ深刻な枯渇化が発生した





掘削の歴史

石油井戸

BC1500 ?

13世紀頃

1615年

1859年

中東で石油
掘削始まる？

中国で450
mの井戸が
掘られる

日本最古
記録の石油
井戸掘削
(越後国)

ペンシルベニア
で深度20mの機
械掘成功
(ドレークの井戸)

水井戸

江戸末期
から
明治初期

人力による掘削の
歴史は古くはつきり
しない

上総掘り
の普及

中華人民共和國
四川省
邛崃市火井鎮



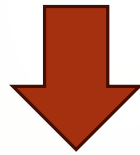


② 過剰採取による水位低下や自噴停止によるもの

自噴した場合：バルブにより自噴量を絞り必要量を採取する

自噴しない場合：揚湯試験を行い、適正揚湯量を決定し、その量に安全率をかけた能力を持つ動力装置が設置される

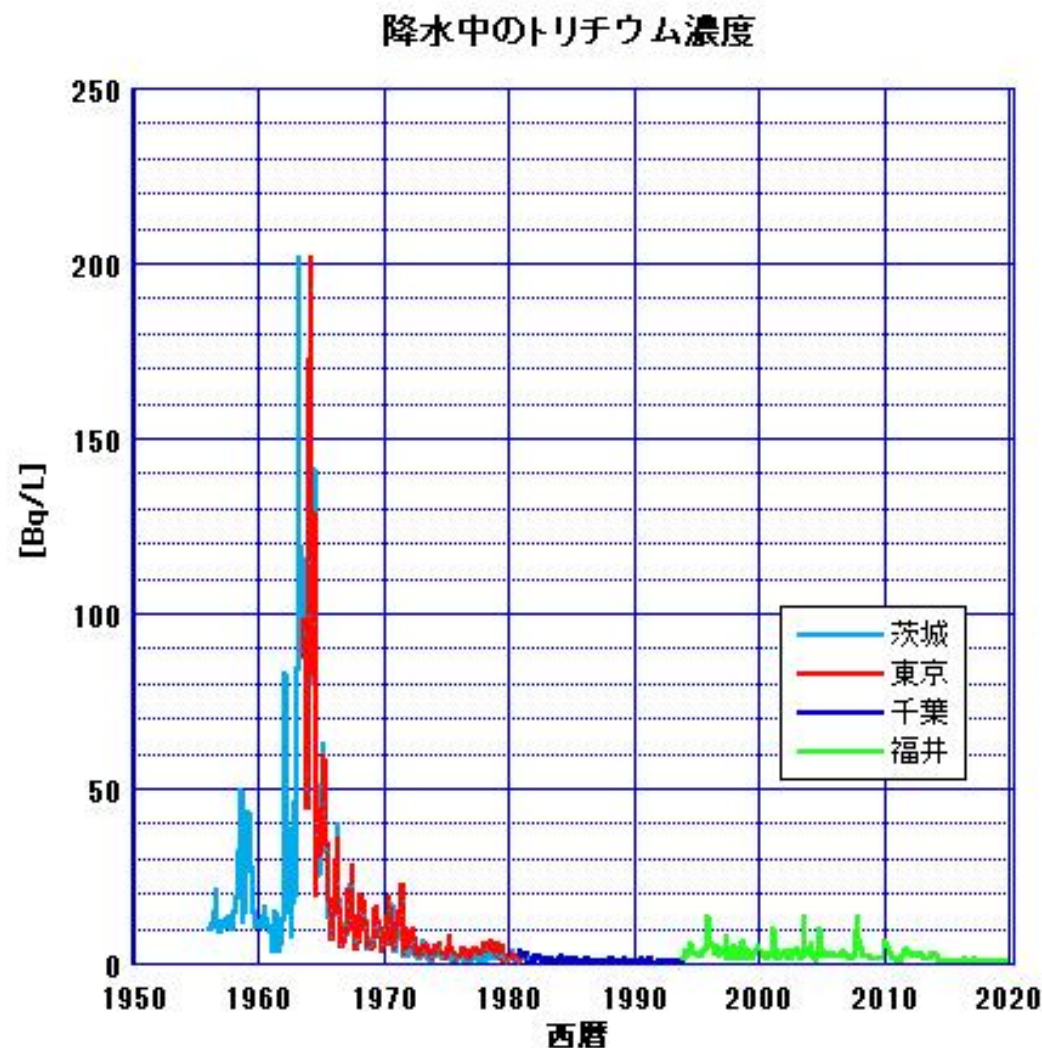
かけ流しの人気や放熱量の高い露天風呂の人気、近年は、コンドミニアム式など高級志向の宿泊施設が人気。適正な揚湯量を超える揚湯が行われると、水位低下や自噴停止などの資源枯渇が発生する



- バブル経済期頃に温泉掘削で流行した成功報酬型掘削（ヒットアンドペイ）契約では、開発業者が成功報酬の増額を狙い、不十分な揚湯試験を行う事例も散見された
- かつて高額で温泉であまり使用されることのなかった油井用揚湯装置が、ライセンス契約や、特許切れに伴い他社で製造され、高性能揚湯装置が以前より低価格で手に入るようになった

循環型の罭

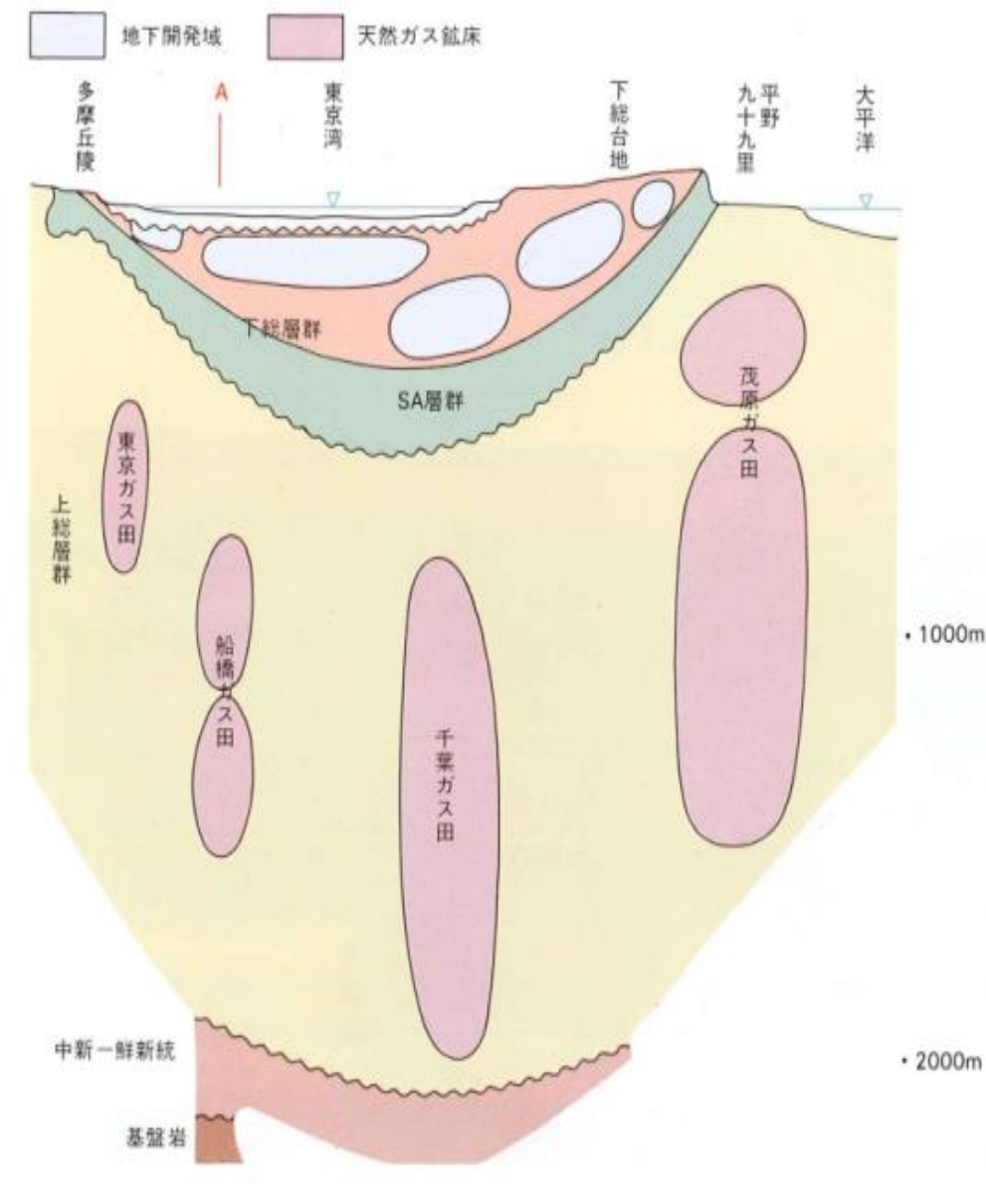
温泉は、「循環型資源」と呼ばれるが温泉の循環速度は多種多様、放射性同位体（トリチウム等）によるピストン流モデル年代解析によると、数十年以上の循環速度を持つものが数多く報告されている。



東京都内の温泉

上総層群は、300万年～50万年前に堆積した地層。

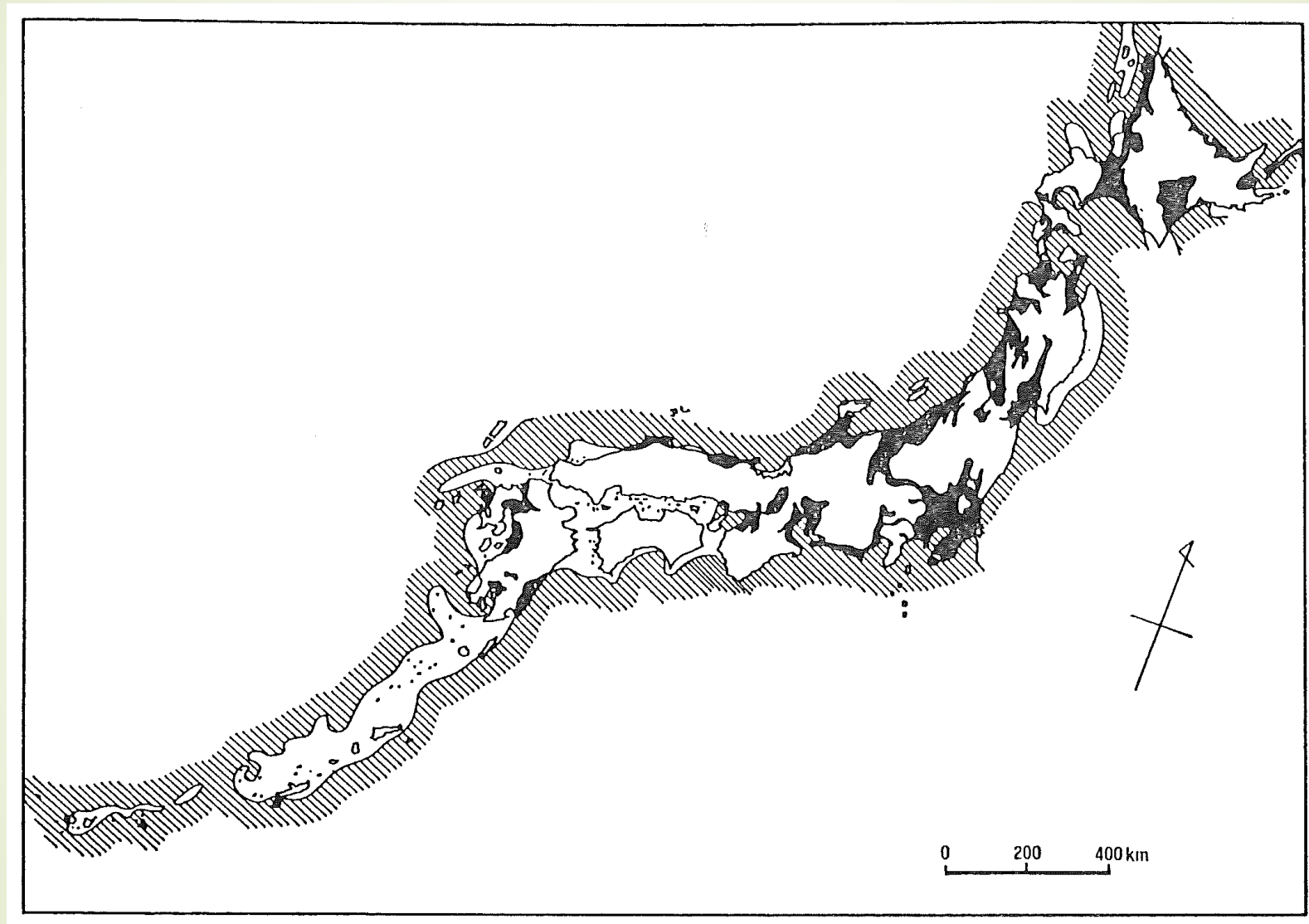
当時の海水や堆積盆の中でわずかに流動する水が温泉の元となっている



深度は左図のA地点での地下深度をあらわす



水溶性天然ガス鉱床の分布範囲



石油工業便覧（1983年版）より引用

③ 過剰採取による成分濃度の変化によるもの

事例1

ごく浅い井戸で25℃よりわずかに温度の高い単純温泉を宅配温泉として営業したところ、人気が出たため過剰に採取



地下水が混入し、温度が25℃より低下、温泉に該当しなくなる

事例2

海沿いの温泉で過剰に温泉を採取

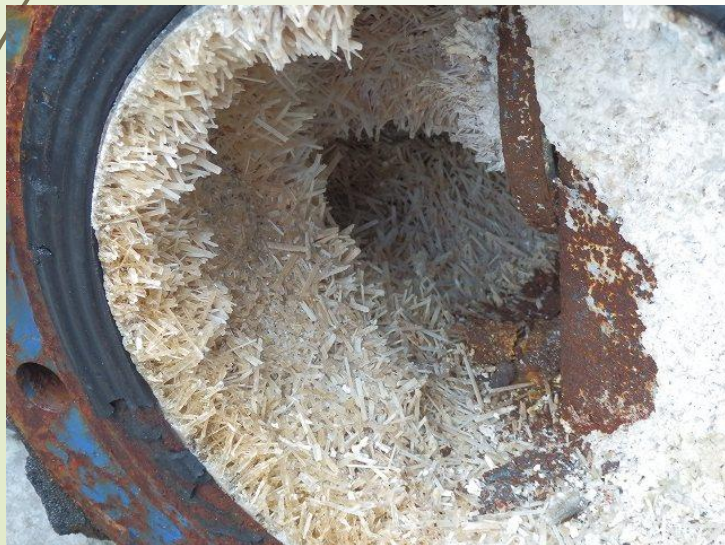


海水が混入するようになり、成分濃度の上昇と温度低下が起き、既存設備が使用できなくなる

④ スケールの生成や保護管の劣化等による湧出路のトラブルによるもの

温泉スケールの発生や井戸鋼管の腐食、井戸内に設置された遮水材料の劣化により、温泉の湧出が止まったり、低温地下水の流入により枯渇化が発生することがある







⑤ 大規模災害によるもの

地震により、温泉貯留槽内の圧力変化や液状化による井戸鋼管の浮上などにより温泉が汲めなくなることがある。東日本震災発生後には、東北地方で自噴停止や水位の低下が起きた井戸が確認されたが、関東以西では、自噴量や水位の上昇が確認された。また、土砂崩れや洪水により井戸が埋没した事例がある



⑥ 放置された井戸の使用再開に伴う影響によるもの

これまで使用されてこなかった井戸の利用再開に伴い周辺井戸が枯渇化する事例がある。倒産した旅館を新規購入者が購入し、大規模な日帰り施設を建設したため、周辺井戸に影響を及ぼした事例や、温泉発電用に増掘を行い、多量の蒸気を採取したため、周辺井戸の自噴量が減少した事例がある。大規模地熱発電と異なり、地域での合意形成が不十分な事例が散見される



枯渇を防ぐには

1. 温泉資源の有効活用を検討し、湧出量に見合った利用計画の策定
2. 適正揚湯量を得るための正確な揚湯試験の実施
3. 新規開発の際の影響調査の実施
 - 温度、湧出量、水位などの正確な把握
 - 既存井戸所有者の積極的な協力
4. 温泉の温度、量、成分や水位（自噴圧）等のモニタリング
5. 温泉地単位での温泉受益関係者間のモニタリング結果の共有
6. 温泉地単位での温泉資源監理（集中管理給湯の導入等）
7. 温泉井戸や汲み上げ設備の定期的な保守管理
8. 未利用井戸の整理（水位観測井戸にするのであっても廃止が望まれる）



ご清聴ありがとうございました