

3-5 同位体分析

(1) ^{14}C による地下水年代

不圧帯水層の ^{14}C による地下水年代は、この地下水盆地ではほとんどどこでも涵養され得るにもかかわらず、全般に古い。にもかかわらず、より若い水が帯水盆の北西側ないしカルクランド玄武岩にあることは注目すべきである。2,000 年より若い水がノソブ川下流部に見られるのは、洪水時に河床部からの涵養が行われているからである。水質がよくて 5,000 年より若い水もアウオブ川下流部の J-8K で見られるのもまた洪水時の涵養の重要性を示している。一方、アウオブ、ノソブ帯水層の地下水はそれらが帯水盆の北ないし北西部縁辺部に在るにも関わらず一般に古いか非常に古い。

いくつかの不圧帯水層および 1 カ所のアウオブ帯水層からも僅かながらトリチウムが検出されたことは若い水と古い水が帯水層中で混ざっていること、そしてその混合水が各地で揚水されていることを示している。

(2) 窒素同位体比

窒素同位対比 ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) の結果によると、ほとんどは低い値を示すが、中には畜産廃棄物による汚染源の存在を示唆するような高い値が認められた。しかし、幸いなことに化学肥料による汚染の兆候は認められなかった。

3-6 地下水涵養

本調査では、地下水涵養は降雨によってカラハリ帯水層へ直接的にもたらされ、さらにカラハリ帯水層から間接的にアウオブ帯水層へなされるものと見なした。ノソブ帯水層の地下水は、事実上化石水であると見られる。

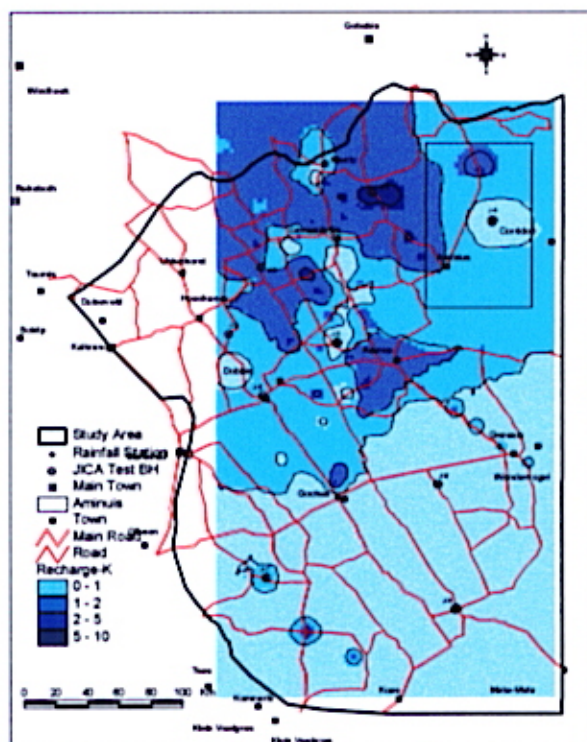
(1) 通常年における涵養量

カラハリ帯水層への涵養量は、図 3-10 に示されるように、Chloride Mass Balance Method によって推定された。涵養量の分布は、年間 1 ミリの等高線で南北に大きく二分される。年間の総涵養量は、0.105 billion m^3 である。これは、流域における年間の降雨量の約 0.4% に相当する。図 3-11 は安定同位体による推定涵養量を表し、上述の涵養量分布と符合するものである。

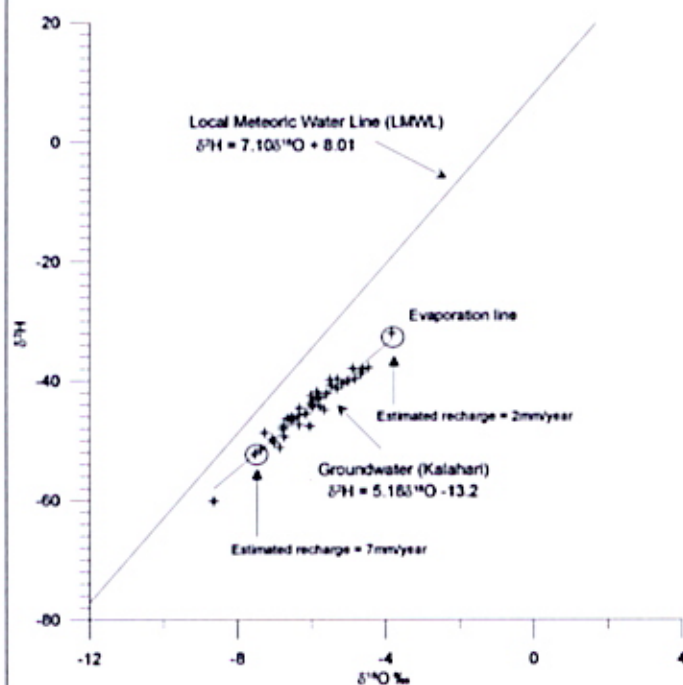
(2) 99-00 年雨期における涵養量

99 - 00 年雨期における 50 年確立の豪雨により、涵養量は、例年の水位回復量を上回るものであったと考えられる。

この年の調査地域の平均水位回復が 50cm であったとすると、年間涵養量は 1.3 billion m^3 と算出される。これは、通常の年の 15 倍に相当する。



< 図 3-10 CMBM によるカラハリ帯水層への推定涵養量 > (単位:mm/year)



< 図 3-11 安定同位体による推定涵養量 >

3-7 マクロ水収支

調査地域におけるマクロ水収支は図 3-12 と 3-13 に略図化されるように、通常年と 99-00 年雨期の 2 ケースについて考察を行った。便宜上、それぞれのケースは地下水と表流水に分けて検討を行った。

(1) 通常年

● 地下

総降雨量(22.1 billion m³/year)のうち、涵養されるのはその 0.5%(0.105 billion m³/year)のみである。揚水量は調査地域内の降雨量の 0.1% (0.015 billion m³/y)、あるいは総涵養量の 14.3%である。一方で、蒸散は涵養量の約 2 倍に達し、涵養量を相殺してさらに不足する分は、地下水貯留の切り崩しによって補われている。このため、地下水位は年々低下する結果となる。

● 地上

河川の流量は 0.042 billion m³/year あるいは降雨量の 0.2%である。そして降雨の 0.4%が土壤に浸透する。99%以上は蒸発によって失われることになる。調査地域の蒸発能 3,000mm/年からすればそれは十分にあり得ることである。

(2) 99-00 年雨期 (50 年確立の豪雨)

99-00 年雨期に発生した豪雨により、50 年確率の記録的雨量が観察された。この豪雨により、地下水収支は劇的に変化し、減少傾向にあった地下水貯留は増加した。蒸散、揚水量、地下水流が例年通りとすると、マクロ水収支は以下のように推定される。

- 地下

涵養量は総降雨量 (51.3 billion m³/year) の 3 % (1.55 billion m³/year) である。

- 地上

豪雨によって、ゴハス観測所における河川流量は例年の 4.7 倍に達し、地下への涵養量は 15 倍程度と推定される。ただし、例年の 2.3 倍に相当する蒸発量のために、96.6% の降雨が大気中へ還元されてしまった。

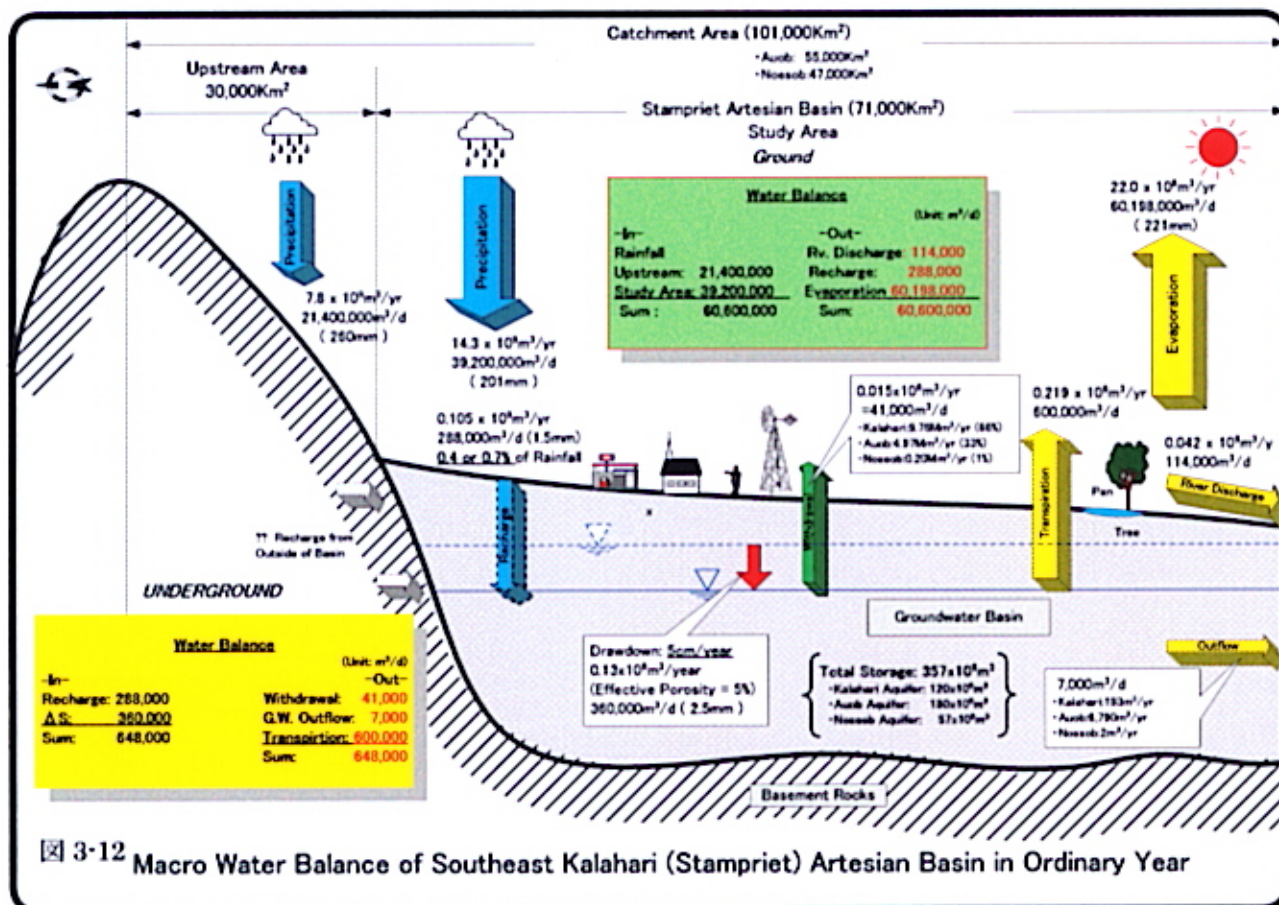


図 3-12 Macro Water Balance of Southeast Kalahari (Stampriet) Artesian Basin in Ordinary Year

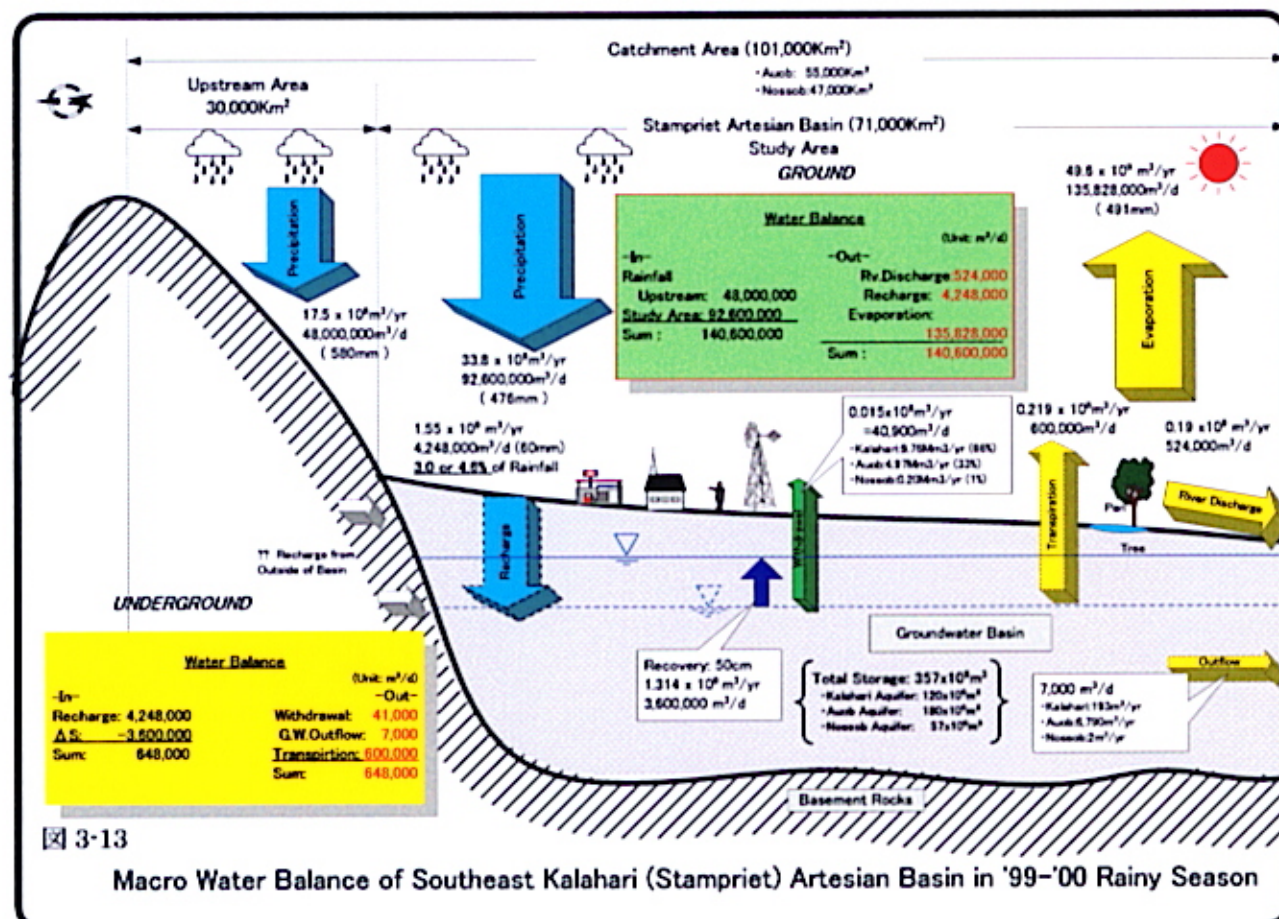


図 3-13 Macro Water Balance of Southeast Kalahari (Stampriet) Artesian Basin in '99-'00 Rainy Season