ដំណើរការផលិតលោហៈនៅសម័យបុរាណ ៖ ពីថ្ម មកដែក

តើយើងអាចយល់អំពីបច្ចេកទេសបុរាណ ហើយក្នុងពេលជាមួយគ្នានោះ អាចបកស្រាយ ឬបង្ហាញវាឡើងវិញតាមរយៈគោលគំនិតដែលយើងប្រើប្រាស់នាពេលបច្ចុប្បន្នបានយ៉ាងដូចម្តេច? សំណួរនេះពិតជាមានភាពស្មុគស្មាញខ្លាំងចំពោះអ្នកស្រាវជ្រាវបុរាណលោហវិទ្យា។ ដើម្បីស្រាយចម្ងល់នេះគេត្រូវតែទាមទារការសិក្សាលើបច្ចេកទេស និងរួមផ្សំជាមួយនឹងជំនាញផ្សេងៗ ដើម្បីបង្កើតបាននូវទ្រឹស្តីរួមគ្នាមួយដែរ សមស្របតាមការស្រាវជ្រាវបែបវិទ្យាសាស្ត្រ សម្រាប់ការបកស្រាយរវាង បច្ចេកទេសសម័យបុរាណ និង សម័យបច្ចុប្បន្ន។

ប្រសិនបើយើងអាចយល់ និងបកស្រាយវាបានយ៉ាងត្រឹមត្រូវ ទ្រឹស្តីទាំងនោះអាចជួយឲ្យយើងខិតទៅជិត និងយល់ដឹងអំពីវប្បធម៌ បច្ចេកទេសដែលមានកន្លងមក។ នៅក្នុងបរិបទនេះ ប្រវត្តិសាស្ត្រក្លាយទៅជាបច្ចេកវិទ្យា មានន័យថា វាបង្កើតការពិពណ៌នាបែបវិទ្យាសាស្ត្រ ដែលមានហេតុផល និងមានមូលដ្ឋានលើការវិភាគអំពីការអនុវត្ត និងបច្ចេកទេសនៅ អតីតកាល ដោយពិនិត្យមើលថា តើមានអ្វីខ្លះដែលនៅសល់ ជាតឹកតាងជាវត្ថុសមុច្ច័យ សម្រាប់ធ្វើការអធិប្បាយពីបច្ចេកទេសទាំងនោះដែលអាចបង្កើតឡើងវិញបាន។

ជំនាញសំខាន់ៗដែលទាក់ទងនឹងដំណើរការផលិតលោហៈនោះរួមមាន បុរាណវិទ្យា (Archéologie), បុរាណលោហវិទ្យា (Archéométallurgie) និងនរវិទ្យា (Ethnologie) ។ល។ ទិន្នន័យដែលបានមកពីការស្រាវជ្រាវជំនាញទាំងនោះ អាចឲ្យយើងដែលជាអ្នកស្រាវជ្រាវសាកល្បងធ្វើការពិសោធន៍ (Expérimentation) និង បង្កើតឡើងវិញ (Réconstruction) នូវដំណើរការការផលិតលោហៈ (Chaîne opératoire)[1](រូបលេខ ១ និង ២)។

ទ្រឹស្តី និងការស្រាវជ្រាវអំពីដំណើរការនៃការផលិតដែក កកើតឡើងនៅអំឡុងស.វ.ទី ២០ ដែលភាគច្រើនចេញពីការស្រាវជ្រាវនៅអឺរ៉ុប (បារាំង និងស្វីស) និងនៅបន្តនៅអាហ្វ្រិក (បេណាំ, សេណេហ្គាល, តូហ្គូ ។ល។)។ រីឯនៅតំបន់ ប្រទេសអាស៊ីអាគ្នេយ៍វិញ នៅមានតិចតួចនៅឡើយ ដែលភាគច្រើន ឃើញមានការស្រាវជ្រាវនៅតាមស្ថានីយ នៅតំបន់ម៉ាឡាយូ (ម៉ាឡេស៊ី និងថៃ)។ ចំណែកឯនៅប្រទេសកម្ពុជា រឹតតែតិចទៅទៀត ដោយសារតែជំនាញ

[1] Magin 2004, p. 10. Serneels 1998, 2004.

បុរាណលោហវិទ្យា នៅពុំទាន់មានការសិក្សា និងបណ្តុះបណ្តាលទូលំទូលាយនៅឡើយ។ បើទោះបី ជាមានការស្រាវជ្រាវតិចតួចយ៉ាងណាក៏ដោយ ក៏ចាប់តាំងពី ស.វ.ទី ១៩ មក មានបណ្តាជនជាតិបារាំងជាច្រើន ដែលជាអ្នកស្រាវជ្រាវក្តី ពុំមែនជាអ្នកស្រាវជ្រាវក្តី បាន ចាប់អារម្មណ៍លើ ប្រធានបទការផលិតដែក នៅក្នុងកម្ពុជា នៅតំបន់ភាគខាងជើងនៃប្រទេស។ ជាពិសេសនៅតំបន់ជុំវិញភ្នំដែក ខេត្តព្រះវិហារ។

តាមរយៈទិន្នន័យនៃការសិក្សាខាងលើ (បុរាណវិទ្យា ប្រវត្តិសាស្ត្រ នរវិទ្យា) បានបង្ហាញថា ដំណើរការនៃការផលិតលោហៈ ជាពិសេសដែក គឺមានភាពស្មុគស្មាញខ្លាំង ដែលទាមទារ បច្ចេកទេស និងអ្នកជំនាញ។ តាមរយៈទ្រឹស្តីរួម នៅក្នុងដំណើរការនៃការផលិតដែក ជាទូទៅ មានពីរដំណាក់កាលធំៗ ៖ ទី១ ការស្ងួពីរ៉ែទៅជាដែក (Réduction) និងទី២ ការលត់ ដំ ទៅជា ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់សម្រេច (Post- réduction)។

ដំណាក់កាលទី១៖ ពី រ៉ែ ទៅជាលោហៈ

ជាដំបូង គេត្រូវដើររកប្រភពថ្មមួយប្រភេទដែលចាត់ទុកថាជា **រ៉ែដែក**[2] សម្រាប់យកទៅ ស្ងួ បំលែងឲ្យទៅជាដែក។ ចំពោះ រ៉ែដែកទាំងនោះ ត្រូវចាំបាច់ ដំ បំបែក វា ឲ្យជា បំណែក តូចៗ ដើម្បីងាយស្រួលនៅក្នុងការស្ងួ ងាយស្រួលចម្រាញ់ ។ ដើម្បីឲ្យងាយស្រួលបំបែក គេយករ៉ែទាំងនោះ ទៅដុតធ្វើទាល់តែប្រេះ។ ដូច្នេះ រ៉ែកាន់តែងាយបំបែក។ វិធីសាស្ត្រដ៏ សាមញ្ញបំផុត គឺដុត វាទុកចោលពីរ ទៅ បីម៉ោង។ ដូចនេះ ហើយ តាមរយៈសំណល់ បុរាណវិទ្យាដែលបន្សល់ទុកដោយប្រតិបត្តិការនេះ ជាញឹកញាប់មានត្រឹមតែតំបន់ដែល មានពណ៌ក្រហមដោយសារកម្ដៅ និងបំណែករ៉ែតូចៗដែលប្រែពណ៌ទៅជា ក្រហម (រូបលេខ ៣)។

[2] នៅលើផែនដី ភាពខុសគ្នាខាងភូគព្ភសាស្ត្របានធ្វើឲ្យ មានប្រភេទនៃថ្មដែលសម្បូរទៅដោយជាតិដែកជា ច្រើន ក្នុងនោះ រួមមាន ថ្មបាយក្រៀម (latérites) ខ្សាច់សម្បូរជាតិដែក ឬវត្ថុធាតុផ្សេងៗដែលមានជាតិដែក ម៉ាញ៉េតិច។ រ៉ែដែកគឺជាថ្មដែលសម្បូរទៅដោយអុកស៊ីត ឬអ៊ីដ្រូស៊ីតរបស់ដែក ដូចជា ម៉ាញេទីត (magnétite [Fe_3O_4]) ហេម៉ាទីត (hématite [Fe_2O_3]) ហ្គោអេទីត (goethite [FeO(OH)]) លីម៉ូនីត (limonite [$Fe_2O(OH)H_2O$]) ឬ ក្នុងករណីខ្លះ មានកាបូណាតរបស់ដែក ដូចជា ស៊ីដឺរីត (sidérite [FeCO])។

អត្ថបទដោយ៖ អេង តុលា

ក្រៅពីរ៉ែ គេចាំបាច់រើសរកធ្យូងដែលមានចំហេះខ្ពស់យកមកស្លលាយជាមួយរ៉ែ។ ដើម្បីទទួលបានដែក គេត្រូវស្ល នៅក្នុងចង្ក្រាន្ត (សន្ទង់)[3] ដោយលាយជាមួយ ធ្យូង និង រ៉ែ ម៉ង់កាណេស នៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ទើបអុកស៊ីតដែលមាននៅក្នុងដែកត្រូវបានរលាយ ដោយឧស្ម័នដែលសម្បូរទៅដោយកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត។ ដំណើរការនេះផ្អែកលើប្រតិកម្ម គីមីមួយ៖ អុកស៊ីសែនដែលមាននៅក្នុងអុកស៊ីតដែក និងសមាជាតុគីមី នៅក្នុងធ្យូង និង ម៉ង់កាណេស ដើម្បីបម្លែងអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} ទៅជាដែក។ ក្នុងអំឡុងពេលឆេះ ធ្យូងបញ្ចេញកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO) ដែលដើរតួជាភ្នាក់ងារនៃការរំលាយ។ ឧស្ម័ននេះជ្រៀតចូលទៅក្នុង ម៉ាសរ៉ែជាបន្តបន្ទាប់ ហើយកាត់បន្ថយអុកស៊ីតដែក ដំបូងនៅតំបន់ខាងក្រៅ ហើយបន្ទាប់ មកឈានដល់ផ្នែកខាងក្នុងនៃរ៉ែ[4]។ ប្រតិកម្មទាំងនេះអាចកើតឡើង នៅសីតុណ្ហភាព ចន្លោះពី 700 ដល់ 1000 °C ដែលចំណុចរលាយរបស់រ៉ែនៅ ជាង (1500°C)។ នៅកន្លែង ជិតបំពង់ខ្យល់ឬត្រឡែក[5] (tuyère) ជាកន្លែងដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងក្តៅបំផុត បន្ទាប់មកវានឹងសាយភាយនៅពេញចង្ក្រាន្ត ដែលធ្វើឲ្យរ៉ែចាប់ផ្តើមរលាយក្លាយជាដែកមក ផ្តុំនៅ បាតចង្ក្រាន្ត ហើយ សារធាតុផ្សេងៗទៀត ដែលពុំមាន ជាតិដែក ហូរចេញមកខាងក្រៅ ដែលហៅថា អាចមន៍ដែក និងមានមួយភាគតូចនៃអាចមន៍ដែកដែលកកនៅក្នុងចង្ក្រាន្តដែរ (រូបលេខ ៤ , ៥, ៦) ។ នៅក្នុងការស្រាវជ្រាវបុរាណលោហវិទ្យា រ៉ែដែក រលាយនៅ សីតុណ្ហភាព ទាបបំផុត ប្រហែល 1 500 °C[6]។

នៅពេលដំណើរការនៃការស្ល ត្រូវបានបញ្ចប់ ដែកត្រូវបានយកចេញពីចង្ក្រាន្ត ហើយការយកចេញ គឺគេវាយបំបែកចង្ក្រាន្ត ដើម្បយកដែកចេញ។ គួរបញ្ជាក់ដែរថា ប្រវែង និងទំហំ ដែក គឺអាស្រ័យលើ បច្ចេកទេស និងទំហំ នៃចង្ក្រាន្តស្ល។ តាមរយៈការស្រាវជ្រាវ កន្លងមក ចង្ក្រាន្ត មានពីរប្រភេទ ៖ ចង្ក្រាន្ត ខ្ពស់ (Haut fourneau)និង ចង្ក្រាន្តទាប (Bas fourneau)។ តាមរយៈការស្រាវជ្រាវកន្លង មានបង្ហាញថា នៅកម្ពុជាសម័យបុរាណ ប្រើ ប្រាស់បច្ចេកទេស ចង្ក្រាន្តទាប។

---

3 សន្ទង់ជាពាក្យរបស់ជនជាតិ កួយ សំដៅ លើ ចង្ក្រាន្តស្លដែក។

4 Bauvais 2007, p. 34.

5 ត្រឡែក ជាពាក្យរបស់ជនជាតិ កួយ សំដៅលើបំពង់ខ្យល់។

6 Serneels 1998, 2011 , p. 56.

អត្ថបទដោយ៖ អេង តុលា

ដំណាក់កាលទី២ ៖ ពីដែកឆៅ ទៅជាវត្ថុប្រើប្រាស់សម្រេច

ដែកដែលបានមកពីការស្ល នេះ ពុំទាន់ប្រើប្រាស់បាននៅឡើយទេ ដែលហៅថា ជាដែកឆៅ (Masse brute) នៅ លាយឡំ នឹង អាចមន៍ដែក ធ្យូង នៅ ឡើយ ដោយចាំបាច់ត្រូវការដំ សម្អាត លត់ និងធ្វើវាឲ្យទៅជាវត្ថុផ្សេងៗ ដែលនេះ ជាដំណាក់កាលទី២ ។ ចាប់ពីដំណាក់កាលនេះ ទៅ ការងារគឺផ្ដោតទៅលើជាងដែក[7]។ បន្ទាប់ពី សម្អាតរួចរាល់ គេចាត់ទុកថាជា ដែកពាក់កណ្ដាលសម្រេច (Demi- produit) ដែលមានទម្រង់ជាដុំដែក (Lingot) គេ កាត់ដុំដែកនោះ ជាបំណែកតូច តាមប្រភេទឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ផ្សេង ។ ដើម្បី ឲ្យក្លាយជាឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ ជាងដែកចាំបាច់ ធ្វើ ចង្ក្រាន្តដំដែក និង ឧបករណ៍សម្រាប់ដំលត់ និង ឲ្យទៅជា វត្ថុសម្រេចៗ តាមរយៈសំណល់បុរាណវិទ្យាដែលបន្សល់ទុកដោយប្រតិបត្តិការនេះ ជាញឹកញាប់ឃើញចង្ក្រាន្តដំដែក អាចមន៍ដែកមកពីការដំ ដែលនៅក្នុងចង្ក្រាន្ត និងកំទេចដែកដែលធ្លាក់នៅពេលជាងដែកដំ។

សរុបសេចក្ដីមក ដំណើរការផលិតលោហៈ នៅសម័យបុរាណ ជាពិសេស ដែក គឺមានភាពស្មុគស្មាញខ្លាំង ដែលទាមទារទាំងបច្ចេកទេស និងជំនាញ ច្បាស់លាស់។ ទិន្នន័យដែលបានរៀបរាប់ខាងគឺជា ទ្រឹស្ដីរួមមួយ តែបណ្ដាអ្នកស្រាវជ្រាវជាច្រើន ក្នុងវិស័យបុរាណលោហវិទ្យាធ្វើការពិព៌ណនា តាមលទ្ធផលនៃការសិក្សា ប្រៀបធៀប ជាច្រើនរវាងទិន្នន័យបុរាណវិទ្យា ការពិសោធន៍ និងនរវិទ្យា។ ទោះបីជាទ្រឹស្ដីនេះ ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជាទូទៅក៏ដោយ ប៉ុន្តែត្រូវការបន្ត សិក្សាឲ្យបានស៊ីជម្រៅ បន្តទៀត តួយ៉ាង ការសិក្សាអំពីដំណើរការផលិតដែក នៅក្នុងប្រទេសកម្ពុជា ដែរ ពុំទាន់មានទិន្នន័យច្រើននៅឡើយ។

[7] Mc Doneel, 1991.

អត្ថបទដោយ៖ អេង តុលា

ឯកសារយោង

BAUVAIS, Sylvain

2007 *Évolution de l'organisation des activités de forge dans le nord du Bassin parisien au second Age du fer. Études pluridisciplinaires de la chaîne opératoire en métallurgie du fer* (3 vol.), thèse de doctorat, Belfort, Université de Technologie de Belfort-Montbeliard [604, 490 et 376 p.].

MANGIN, Michel

2004 *Le fer,* Paris, Éditions Errance, Collection Archéologiques.

MCDONNELL, John G.

1991 « A Model for the Formation of Smithing Slags », *Materialy Archeologiczne*, 26, p. 23-26.

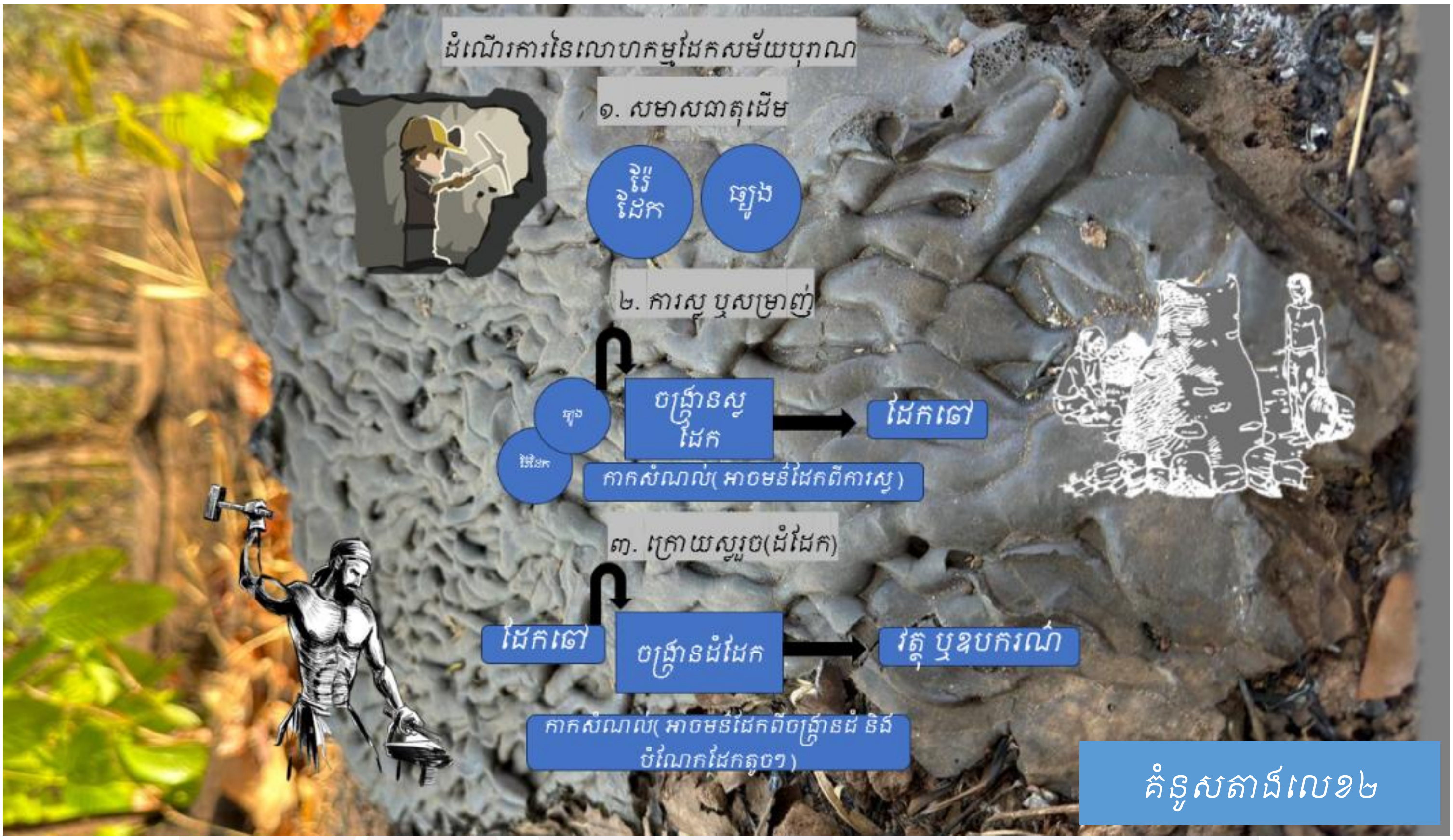
SERNEELS, Vincent

1998 « La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne », in Michel FEUGÈRE et Vincent SERNEELS (éd.), *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Éditions Monique Mergoil, Monographies Instrumentum (4), p. 7-44.

2011 « À propos de la qualité des fers produits par la méthode directe de réduction », in Philippe DILLMANN, Liliane PÉREZ et Catherine VARNA (éd.), *L'acier en Europe avant Bessemer*, Toulouse, CNRS-Université de Toulouse-Le Mirail, Collection Méridiennes, Série Histoire et techniques (4), p. 73-93.

AMS
អរិយធម៌ខ្មែរ
KHMER CIVILIZATION

អត្ថបទដោយ៖ អេង តុលា



រូបលេខ១ និង ២៖ ដំណើរការនៃការផលិតដែកសម័យបុរាណ ៖ ចាប់ពីការស្វែងរករ៉ែ រហូតដល់ការដំ ក្លាយជាវត្ថុប្រើប្រាស់ប្រចាំថ្ងៃ។

រូបលេខ៣ ៖ កំទេចរ៉ែដែក តូចៗ ដែលសល់ពីការដំ ទុកស្ល (ស្រុក ឆែប ខេត្ត ព្រះវិហារ ២០២២)។

អត្ថបទដោយ៖ អេង តុលា

រូបលេខ២៤ ៖ ទួលអាចម៍ដែក (ស្រុក ឆែប ខេត្ត ព្រះវិហារ ២០២២)។

រូបលេខ២៥ និង ៦ ៖ ប្រភេទនៃអាចម៍ដែក (ស្វ) ដែលមានទម្រង់ដូចកំអែលភ្នំភ្លើង (ស្តាំ) និង កំទេច អាចម៍ដែកតូចៗ (ឆ្វេង) (ស្រុក ឆែប ខេត្ត ព្រះវិហារ ២០២២)។

អត្ថបទដោយ៖ អេង តុលា